PUBLISHED BY
UNIVERSITY OF NEW MEXICO, NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION AND LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF NEUTROSOPHIC SCIENCES .

VOL.35
2024

NEUTROSOPHIC COMPUTING AND MACHINE LEARNING {NÚMERO ESPECIAL: 70 AÑOS DE FLORENTIN SMARANDACHE Y 30 AÑOS DE LA TEORÍA NEUTROSÓFICA: LEGADO E IMPACTO EN EL PENSAMIENTO DE AMÉRICA LATINA}, VOL. 35, 2024

NEUTROSOPHIC COMPUTING AND MACHINE LEARNING

ISSN 2574-1101 (ONLINE)
ISSN 2574-1098 (PRINT)

NCML

Neutrosophic Computing and Machine Learning

Neutrosophic Computing Machine and Learning

Copyright Notice

The authors of the articles do hereby grant Neutrosophics Computing and Machine Learning non-exclusive, worldwide, royalty-free license to publish and distribute the articles in accordance with the Budapest Open Initiative: this means that electronic copying, distribution and printing of both full-size version of the journal and the individual can be made by any user without permission or charge. The authors of the articles published in Neutrosophic Computing and Machine Learning retain their rights to use this journal as a whole or any part of it in any other publications and in any way they see fit. Any part of Neutrosophic Computing and Machine Learning howsoever used in other publications must include an appropriate citation of this journal

Información para Autores y Suscriptores

"Neutrosophic Computing and Machine Learning" (NCML) es una revista académica que ha sido creada para publicaciones de estudios avanzados en neutrosofía, conjunto neutrosófico, lógica neutrosófica, probabilidad neutrosófica, estadística neutrosófica, enfoques neutrosóficos para el aprendizaje automático, etc. y sus aplicaciones en cualquier campo.

Todos los trabajos presentados deben ser profesionales, con un buen uso del idioma inglés o español, que contengan una breve reseña de un problema y los resultados obtenidos.

La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales. La teoría considera que cualquier noción o idea <A> junto a su opuesto o negación <antiA> y el espectro de neutralidades <neutA> entre ellos(es decir nociones o idea que no soportan a ni a <A> ni a <antiA>). Las ideas <neuA> y <antiA> juntas son nombradas <noA>.

La neutrosofía es una generalización de la dialéctica de Hegel (Esta última es basada en <A> y <AntiA> solamente).

De acuerdo a esta teoría toda idea <A> tiende a ser neutralizada y balanceada por <antiA> y <noA>-como un estado de equilibrio.

En su forma clásica <A>, <neutA>, <antiA> son disjuntos dos por dos. Pero como en varios casos los límites entre conceptos son vagas a imprecisas, es posible que <A>, <neutA>, <antiA> (y <nonA> por supuesto) tengan partes comunes dos por dos también, o incluso los tres a la vez.

Los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica son generalizaciones de los conjuntos difusos de la lógica difusa respectivamente (y especialmente de los conjuntos intuicionista y respectivamente de la lógica difusa intuicionista). En la lógica neutrosófica cada proposición tiene un grado de veracidad (T), un grado de indeterminación (I) y un grado de falsedad (F) donde T, I, F son subconjuntos estándar o no estándar de] -0, 1+ [,

La Probabilidad Neutrosófica es una generalización de las probabilidades clásicas e imprecisas.

La estadística neutrosófica es una generalización de las estadísticas clásicas e imprecisas.

NCML

Neutrosophic Computing and Machine Learning

Lo que distingue a la neutrosofía de otros campos es el <neutA>, que no significa ni <A> ni <antiA>.

<neutA> , el cual por supuesto depende de <A>, puede ser indeterminación, neutralidad, empate en un juego, desconocimiento, contradicción, ignorancia, imprecisión, etc.

Todos los envíos deben realizarse con el siguiente formato:

http://fs.unm.edu/NCML/NCML-paper-template.doc

http://fs.unm.edu/ScinceLibrary.htm

Para poner a consideración un trabajo, envíe el archivo por correo electrónico a los editores en jefe. Para solicitar problemas impresos, póngase en contacto con los editores. Esta revista es de acceso abierto, no comercial, edición académica. Es impreso para donaciones privadas.

Más información sobre la neutrosofía, así como un conjunto de libros y materiales en distintos idiomas se encuentran libremente disponibles en el sitio de la UNM: http://fs.unm.edu/neutrosophy.htm

La página principal de esta revista puede ser accedida en: http://fs.unm.edu/NCML/

Neutrosophic Computing and Machine Learning

A Quarterly International Journal in Information Science and Engineering

Editors-in-Chief

Prof. Florentin Smarandache, PhD, Postdoc, Mathematics Department, University of New Mexico, Gallup, NM 87301, USA. Email: smarand@unm.edu
Prof. Maikel Leyva-Vázquez PhD. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador E-mail: mleyvaz@gmail.com

Associated Editors:

José Felipe Ramírez Pérez, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.
Milton Maridueña Arroyave, Instituto Tecnológico Superior Vicente Rocafuerte, Guayaquil, Ecuador.
Karina Pérez-Teruel, Universidad Abierta para Adultos, Santiago de los Caballeros, República Dominicana.
Neilys González Benítez, Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río, Cuba.
Jesús Estupiñán Ricardo, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, República de Ecuador.
Noel Batista Hernández, Universidad de Guayaquil, República de Ecuador.
Julio Barzola-Monteses, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Editors

Rodolfo González Ortega, Universidad de Feevale Brasil.
Oiner Gómez Baryolo, Facultad de Sistemas Computacionales y Telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica ECOTEC, Samborondón, Guayas, Ecuador.
Jesús Hechavarría Hernández, Universidad de Católica Santiago de Guayaquil Ecuador.
Salah Hasan Saleh, Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana Cuba.
Milton Villegas Alava, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
Johanna Irene Escobar Jara, Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Guayaquil, Ecuador.
Ameirys Betancourt Vazquez, Polytechnic Institute of Technology and Science, Luanda, Angola.
Diego Silva Jiménez, Instituto de Investigación e Innovación en Salud, Universidad Central Santiago de Chile, República de Chile.
Lenin Villalobos Egaña, Centro de Educación Continua, Universidad Antofagasta, República de Chile.

NCML

University of New Mexico

Prefacio: NEUTROSOPHIC COMPUTING AND MACHINE LEARNING{NÚMERO ESPECIAL: 70 AÑOS DE FLORENTIN SMARANDACHE Y 30 AÑOS DE LA TEORÍA NEUTROSÓFICA: LEGADO E IMPACTO EN EL PENSAMIENTO DE AMÉRICA LATINA}, VOL. 35, 2024

En esta edición especial, conmemoramos dos hitos significativos que han impactado profundamente el pensamiento contemporáneo y su influencia en América Latina: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Ambos eventos no solo constituyen aportes esenciales a la filosofía, las matemáticas y las ciencias sociales, sino que también han establecido nuevas fronteras en el análisis de problemáticas complejas que afectan a nuestra región.

La obra de Florentin Smarandache, con su extensa producción intelectual que abarca disciplinas tan variadas como la filosofía, la física, las matemáticas y la literatura, ha sido una fuente incesante de inspiración. Su enfoque crítico, innovador y profundamente interdisciplinario ha cuestionado las estructuras tradicionales del conocimiento y promovido el desarrollo de nuevas metodologías para la resolución de problemas, especialmente en contextos de incertidumbre y contradicción, característicos de América Latina.

Por otro lado, la Teoría Neutrosófica, introducida por Smarandache hace 30 años, ha transformado el ámbito del pensamiento lógico y aplicado. Este enfoque, que incorpora la neutralidad como una dimensión fundamental en el análisis de la verdad y la falsedad, ha hallado en América Latina un contexto propicio para su implementación, particularmente en campos como la política, la economía y los estudios sociales. En el continente caracterizado por tensiones ideológicas y conflictos históricos persistentes, la neutrosófica proporciona un marco de trabajo teórico para entender y abordar las diversas dimensiones de la realidad.

El efecto de estos dos acontecimientos en América Latina es indiscutible. Desde la integración de la neutrosófica in proyectos de inteligencia artificial y sistemas de decisión hasta su impacto en la filosofía política y el análisis cultural, el legado de Smarandache continúa expandiéndose y adaptándose a los desafíos contemporáneos. Este número especial recopila contribuciones de investigadores de la región que analizan, aplican y amplían estos conceptos, demostrando su importancia tanto en contextos locales como en América Latina.

Deseamos utilizar este espacio para reflexionar sobre cómo estas contribuciones están modificando nuestra forma de pensar y actuar, y cómo la interdisciplinariedad y el pensamiento crítico pueden funcionar como instrumentos para un futuro más equitativo y sostenible.

Bienvenidos an esta edición especial, un tributo al pasado y una convocatoria al futuro.

El Comité Editorial


LA MÁS
GRANDE,
UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL
Universidad de Guayaquil
Facultad de Filosofía, Letras
y Ciencias de la Educación




Dr. Florentin Smarandache







ÍNDICE

1. Oswaldo Damián Miranda Rosero, Danna Mabel Castro Freire, Daniel Gustavo Cortés Naranjo. **Método neutrosófico para la evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis** 1

2. Roberto Javier Aguilar Berrezueta, Icler Naun Sisalema Aguilar, Blanca Cristina Estrella López, Guido Nino Guida Acevedo. **Método multicriterio neutrosófico para evaluar la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas** 10

3. Nairovys Gómez Martínez, Riber Fabián Donoso Noroña, Gloria Rebeca Medina Naranjo Adisnay Rodríguez Plasencia. **Método neutrosófico para la evaluación y control del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención de enfermería a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot** 18

4. Dámaris Micaela Ortiz Sánchez, Nairovys Gómez Martínez, Elisabeth Germania Vilema Vizuete. **Método neutrosófico para evaluar el cuidado enfer-mero en el manejo del Hematoma Subdural** 28

5. Adriana María García Novillo, Luis Darío Pérez Villalba, Cristian Mateo Tenorio Fernández. **Modelo de agregación para evaluar las técnicas de cepillado de Bass y Fones utilizadas en pacientes parcialmente edéntulos** 36

6. Adriana María García Novillo, María Alejandra Sampedro Villamagua, María Eugenia Zamora Cueva. **Método Multicriterio Neutrosófico para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana** 46

7. Leonel Gerardo Ruano Yarpaz, Darío Fernando Pozo Guerrón, Katherine Zoraya Días Báez. **Método neutrosófico para la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses** 57

8. Olga Mireya Alonzo Pico, Angela Pamela Meneses Abril, Sara Ximena Guerrón Enríquez. **Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos en el Hospital Básico de "Baeza"** 67

9. Lenin Josué Arcos Ortiz, Nelany Alejandra Guerrero Robalino, Nancy Yolanda Urbina Romo. **Método para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz** 77

10. Josselyn Bryggitte Vilela Verdezoto, Lourdes Ayleen Almeida Villavicencio, Maoli Guadalupe Cabanilla Pazmiño. **Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación del incremento de la inseguridad ciuda-dana en la parroquia urbana 10 de noviembre del cantón Ventanas** 88

11. Olga Mireya Alonzo Pico, Joselyn Selena Alban Montenegro, Melba Esperanza Narváez Jaramillo. **Método multicriterio neutrosófico para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad en el Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra** 97

12. Nicole Madelen Guerrero Zabala, Melanie Doménica Saquinga Toasa, María Ilusión Solís Sánchez, Nancy Yolanda Urbina Romo. **Método neutrosófico para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner** 107
13. Segundo Heriberto Granja Huacón, Nicole Valeska Acurio Sáenz, Cesia Lucero Carriel Vinces. **Método neutrosófico para determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de los privados de libertad en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil** 116
14. Mesías Elías Machado Maliza, Stefany Lizbeth Ocaña Lliguin, Karla Estefanía Maigua Colcha, Mateo Isaías Almeida Almeida. **Método neutrosófico para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador** 126
15. Mayra Jeaneth Jiménez Jiménez, Omaira Liliana Ruano Yarpaz, Leonel Gerardo Ruano Yarpaz. **Modelo de agregación para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del Proceso de Atención de Enfermería, Hospital Marco Vinicio Iza** 140
16. Mario Alexander Barreno Urquizo, María Ilusión Solís Sánchez, Nancy Yolanda Urbina Romo. **Método neutrosófico para la evaluación del manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA** 150
17. Mesías Elías Machado Maliza, Gabriela Nicole Bravo Galarraga, Kevin Alexander Samaniego Macas, María Fernanda Yánez Usca. **Métodos AHP y Topsis para la evaluación del derecho de publicidad de procesos contra el reconocimiento del derecho al olvido en un Ecuador constitucional** 159
18. Giovanny Vinicio Pineda Silva, José Pablo Proaño Remache, Esteban Fernando López Espinel, Jorge Andrés Rodas Buenaño. **Lógica difusa neutrosófica para medir los parámetros geométricos de motores de combustión interna en función requerimientos de potencia** 170
19. María Fernanda Morales Gómez de la Torre, Elisabeth Germania Vilema Vizuete, Elizabeth Angelita Lalaleo Chicaiza. **Método neutrosófico multicriterio para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor** 181
20. Lisbeth Alejandra Duarte Morillo, Carmen Marina Méndez Cabrita, Alejandra Deyanira Villarreal Villarreal, Josía Jeseff Isea Argüelles. **Método neutrosófico para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán** 190
21. David Alexander Arcos Pazmiño, Carmen Marina Méndez Cabrita, Karen Nicole Flores Cano, Marcelo Raúl Dávila Castillo. **Método neutrosófico para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador** 199
22. Erik Jhosue Rodríguez Huera, Carmen Marina Méndez Cabrita, Kevin Libardo Arteaga Rosero, Joseline Micaela Chugá Montenegro. **Método multicriterio neutrosófico para el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial** 210
23. Dante Manuel Macazana Fernández, Wilder Fabio Ramos Palacios, Daniel Amílcar Pinto Pagaza, Mary Liz Mendoza Hidalgo, and Tula Margarita Espinoza Moreno. **Impacto de las estadísticas neutrosóficas en el proceso de enseñanza-aprendizaje** 220
24. Jerson Alexis Ordóñez Sarchi, Carmen Marina Méndez Cabrita, María Fernanda Gómez Ayala, Josía Jeseff Isea Argüelles. **Método neutrosófico para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán** 231

25. Nayeli Sofía Martínez Villarreal, Carmen Marina Méndez Cabrita, Jessica Johana Santander Moreno, Jairo Mauricio Puetate Paucar. **Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación de la discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas en Ecuador** 241

26. Joselyn Estefanía Analuisa Guamán, Cristina Jennifer Cuesta Sánchez, Fredy Alexander Medina Mendaño. **Método neutrosófico para la evaluación del compor-tamiento de diabetes mellitus tipo 2 (DMT2)** 249

27. Andrea Katherine Bucaram Caicedo, Santiago Fernando Fiallos Bonilla, Erika Michelle Toapanta Guachamboza, Tannya Abigail Sopa Tigse. **Método Multicriterio Neutrosófico para la evaluación de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo** 259

28. Piedad Elizabeth Acurio Padilla, Dayana Aracely León Pallasco, Jessica Anabel Paca Curay. **Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave** 271

29. Daniel Adriano Gavilanes Lascano, Luis Roberto Sailema Sailema, Andrea Katherine Bucaram Caicedo, Santiago Fernando Fiallos Bonilla. **Mapa Cognitivo Neutrosófico para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana** 281

30. Sandra Elizabeth Zambrano Castillo, Henrry Sebastián Piña Zúñiga, Pablo Fernando Martínez Pupiales, Erika Daniela Robayo Guilcamaiga. **Método de recomendación sobre el uso de la neuroplasticidad como motor de la rehabilitación del tejido conectivo** 290

31. Andrea Katherine Bucaram Caicedo, Giovana Fernanda Vinueza Arroyo, Diego Gustavo Jácome Salinas, Jeanpierre Iván Rengifo Aispur. **Método neutrosófico para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos** 300

32. Zaihrys del Carmen Herrera Lasso, Carlos Alberto Pérez Padilla, Ruth Alexandra Ramos Villacís, Elizabeth Salazar Quesada. **Evaluación neutrosófica sobre los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR** 310

33. Andrea Katherine Bucaram Caicedo, Santiago Fernando Fiallos Bonilla, Lizardo Emmanuel Chasing Zuleta, Vicente Gabriel Escobar Verdezoto. **Método Neutrosófico multicriterio para estimar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, Caso Spike** 317

34. Ylsy Thibisay Guevara García, Gabriela Patricia Guijarro Reinoso, Félix Manuel Guerrero Quiñonez. **Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato** 325

35. Cristian Vicente Morocho Segarra, Adriana Nicole Tobar Peñaherrera, Daniel Gustavo Cortés Naranjo . **Método neutrosófico para la recomendación en la identificación de factores de crecimiento y su relación en periodoncia** 339

36. Pablo Martin Hinostroza Medina, Denisse Isabel Suaste Pazmiño, Karla Indira Hurtado Serrano. **Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato** 347

37. Gabriela Ximena Marín Vega, Lourdes Elizabeth Menéndez Oña, Delia María Villacrés Yancha. **Lógica difusa neutrosófica para medir el potencial regenerativo de la fibrina rica en plaquetas y leucocitos (L-PRF) en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales** 357

38. Carlos Wilman Maldonado Gudiño, Adrián Fernando Sánchez Puga, Alba Karina Vaca Morales, Daniela Marilin Núñez Taboada. **Método neutrosófico para la recomendación sobre la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias** 369

39. Adriana María García Novill, Diana Carolina Freire Villena, Salma Fabianna Banda García. **Método para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos** 379

40. Alex Ramón Valencia Herrera, John Sebastián Carvajal Gavilanes, Karen Gabriela Sulca Espín, Odalis Abigail Peñaloza López. **Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la finerenona en la enfermedad renal diabética** 386

41. Florentino Smarandache. **Breve Introducción a los Conjuntos y a la Lógica Neutrosófica Estándar y no Estándar** 394

42. Rubén Aroca Jácome, Leonel Fuentes Sáenz de Viteri. **Sociología y Neutrosofía: algunos apuntes relacionales para nuevos paradigmas en ciencias sociales** 400

43. Olivia Elizabeth Altamirano Guerrero, Melany Yamilex Reascos Chalacán, Mauricio Fernando Enríquez Grijalva. **Método neutrosófico para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico** 409

44. Lila Galicia Chávez Fonseca, Jorge Abelardo Ortiz Miranda, Adriano Israel Tello Velasteguí, Erika Paola Gavilanes González. **Método para la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua** 418

45. Alex Ramón Valencia Herrera, Liliana Katherine Sailema López, Génesis Alexandra Zúñiga Cárdenas. **Método neutrosófico para determinar el índice de avance en los tratamientos terapéuticos del Síndrome Nefrótico** 426

46. Yismandry González Vargas, Diana Padrón Carrasco. **Teoría de grados extendidos. Una expansión de la teoría neutrosófica a través del análisis multidimensional en sistemas complejos** 437

47. Odalys Verenisse Camalli Albán, Anthony Isacc Criollo Supe, Kevin Daniel Sánchez Guevara, Olivia Elizabeth Altamirano Guerrero. **Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías** 452

48. Adriana María García Novillo, Adriana Nicole Tobar Peñaherrera, María de los Ángeles Salazar Duran. **Método neutrosófico para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial** 460

49. Luis Fernando Pérez Solís, Melanie Anahí Fiallos Acosta, Doménica Carolina Moscoso Albuja. **Método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias** 470

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis

Neutrosophic method for the evaluation of the efficacy of mouthwashes in plaque and gingivitis control

Oswaldo Damián Miranda Rosero[1], Danna Mabel Castro Freire[2], and Daniel Gustavo Cortés Naranjo[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.oswaldomr09@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; oa.dannamcf93@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.danielcortes@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un Método Neutrosófico para evaluar la eficacia de los enjuagues bucales en el control de la placa dental y la gingivitis. Se parte del entendimiento de que el biofilm dental, una acumulación de microorganismos sobre la superficie dentaria, puede provocar la inflamación reversible de los tejidos periodontales, dando lugar a gingivitis. Los enjuagues bucales con propiedades antimicrobianas han demostrado ser efectivos para reducir estos problemas, aunque su uso prolongado puede conducir a la resistencia bacteriana. Para determinar la eficacia de los diferentes tipos de enjuagues bucales, se ha observado que los enjuagues herbales, a base de aceites y de clorhexidina son particularmente eficaces en la reducción de placa y gingivitis, presentando diferencias estadísticamente significativas en sus efectos. A pesar de que cada tipo de enjuague contiene componentes diversos, todos contribuyen al control de la placa y la gingivitis de manera complementaria. Es fundamental destacar que el uso de enjuagues bucales debe ser parte de un enfoque integral que incluya tratamientos profesionales, así como técnicas complementarias como el cepillado adecuado y el uso de hilo dental. Además, este método preventivo se refuerza con la educación sobre la higiene bucal, lo que potencia su eficacia a largo plazo.

Palabras Claves: método neutrosófico, enjuague bucal, placa dental, biofilm, gingivitis.

Abstract. The present investigation aims to develop a Neutrosophic Method to evaluate the efficacy of mouthwashes in the control of dental plaque and gingivitis. It is based on the understanding that dental biofilm, an accumulation of microorganisms on the tooth surface, can cause reversible inflammation of periodontal tissues, leading to gingivitis. Mouthwashes with antimicrobial properties have proven to be effective in reducing these problems, although their prolonged use can lead to bacterial resistance. To determine the efficacy of different types of mouthwashes, it has been observed that herbal, oil-based and chlorhexidine mouthwashes are particularly effective in reducing plaque and gingivitis, presenting statistically significant differences in their effects. Although each type of mouthwash contains different components, they all contribute to the control of plaque and gingivitis in a complementary manner. It is essential to emphasize that the use of mouthwashes should be part of a comprehensive approach that includes professional treatments, as well as complementary techniques such as proper brushing and flossing. In addition, this preventive method is reinforced with education on oral hygiene, which enhances its long-term effectiveness.

Keywords: neutrosophic method, mouthwash, dental plaque, biofilm, gingivitis.

1 Introducción

El biofilm dental, una comunidad microbiana compleja que se forma en la superficie de los dientes y las encías, se forma a través de bacterias que producen una matriz de polisacáridos extracelulares, lo que lo hace muy resistente a los esfuerzos de eliminación mecánica, como el cepillado dental por lo que puede tener efectos importantes en la salud bucal. Las bacterias presentes en el biofilm dental pueden causar respuestas inflamatorias en los tejidos gingivales a medida que se acumula, lo que puede causar gingivitis [1].

La gingivitis es una de las enfermedades bucales más comunes caracterizada por la inflamación de las encías, provocada principalmente por la acumulación de placa bacteriana. Pese a que la gingivitis es reversible en sus etapas iniciales, si no se trata adecuadamente, la gingivitis puede avanzar hacia enfermedades periodontales más graves, como la periodontitis, que puede llevar a la pérdida de dientes. Investigaciones recientes han demostrado que mantener un equilibrio en la microbiota oral es fundamental para prevenir el desarrollo de enfermedades, por lo que la higiene bucal diaria, es crucial para evitar el desequilibrio [1], [2].

Para mantener este equilibrio es necesario el control mecánico de la placa, este método se basa en la eliminación física de la placa bacteriana utilizando métodos de higiene como el cepillado dental, el uso de hilo dental y otros. El objetivo del control mecánico de la placa es que el paciente comprenda la importancia de mantener una buena higiene oral y desarrolle hábitos saludables de limpieza dental. Esto implica no solo enseñar al paciente cómo limpiar sus dientes correctamente, sino también incentivarlo a mantener una rutina de higiene bucal constante y efectiva; este comienza en el consultorio dental y continúa en el hogar, donde el paciente debe aplicar de forma regular las técnicas aprendidas [2, 29].

Aunque el cepillado dental es ampliamente utilizado como método de higiene bucal, es importante tener en cuenta que los procedimientos de limpieza convencionales no siempre logran controlar la placa bacteriana. Por lo tanto, es esencial que el profesional de la salud bucal oriente y supervise al paciente, que en algunos casos, se puede complementar el control mecánico con agentes químicos como la clorhexidina y otros enjuagues bucales con propiedades antimicrobianas que pueden ser eficaces en este propósito [3].

El uso de enjuague bucal puede ayudar a combatir bacterias y gérmenes que son parte de la microbiota oral, podemos encontrar enjuagues antisépticos que son recetados por el odontólogo y pueden ayudar a prevenir enfermedades periodontales y aftas dentales, así como también enjuagues bucales cosméticos, que se pueden encontrar en cualquier tienda y están diseñados para uso diario, además de enjuagues naturales, que se fabrican en casa con ingredientes naturales que también pueden ser beneficiosos para la salud bucal [3].

Numerosos estudios han evaluado la eficacia de una variedad de enjuagues bucales para reducir la placa bacteriana y mejorar la salud gingival. Según algunos estudios, ciertos enjuagues bucales pueden reducir la placa y la gingivitis cuando se utilizan como parte de una rutina de higiene oral completa. Sin embargo, otros estudios han cuestionado la eficacia de algunos productos, además de que se ha observado que las bacterias pueden desarrollar resistencia a ciertos medicamentos, como la clorhexidina, aunque las mutaciones relacionadas con la clorhexidina son extremadamente infrecuentes. Entre otros efectos pueden incluir irritación de la mucosa oral hasta reacciones alérgicas más graves, e incluso pueden afectar la microbiota natural de la boca, lo que podría afectar la salud bucal a largo plazo [4, 28].

En el campo de la odontología, dado que una gran parte de la población sufre de enfermedad periodontal, evaluar la eficacia de los enjuagues bucales para controlar la placa y la gingivitis es un tema de gran importancia.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar críticamente la eficacia de varios enjuagues bucales en el manejo de la placa y la gingivitis, examinando la evidencia científica disponible y ofreciendo sugerencias prácticas para clínicos y pacientes.

2 Materiales y métodos

La evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis puede ser modelado como un problema de toma de decisión multicriterio [5, 6]. De modo que se tenga [7], [8], [9]:

- Un conjunto de actividades que contribuyen a la regeneración $R = \{R_1, \dots R_n\}, n \geq 2$;
- Que son expuestos al conjunto de alternativas que representan los barrios objetos de estudio $I = \{I_1, \dots I_m\}, m \geq 2$;

La evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis está conformada por el grupo de criterios que determinan el impacto en el barrio que pueden ser modelado mediante números neutrosóficos propuesta por Smarandache [10], [11, 28].

El nivel de impacto de un criterio se puede expresar mediante una relación directa de su influencia o la negación de este con un espectro de neutralidad representando un dominio numérico neutrosófico de Valor Único (SVN por sus siglas en Inglés) [12], [13], [30]. El nivel de impacto es expresado mediante tres condiciones:

- Un criterio <A> pude implicar negativamente por un criterio <B> de modo que si <A> disminuye <B> disminuye según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> puede implicar positivamente por un criterio <B> de modo que si <A> incrementa B incrementa según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> no posee implicación por un criterio <B> de modo que las variaciones de <A> no poseen implicación en <B>.

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado como [14]:

Sean

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$,

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

El método para la evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis se diseñó mediante un flujo de trabajo compuesto por cuatro actividades que en su integración conforman la evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis. A continuación, se realiza una descripción de las actividades propuestas. [33, 34]

Actividad 1 análisis de las informaciones

Para nutrir el funcionamiento del método propuesto, se identifican las fuentes de información y posteriormente se almacenan en bases de datos para su posterior transformación y análisis. Dicha actividad utiliza la base de conocimiento empírica organizacional. Consiste en la recolección de informaciones históricas almacenadas del barrio Sauces.

Apoyado en la neutrosofía se obtiene una mejor interpretabilidad de los datos, utilizan los conjuntos SVNS los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas. Los criterios de evaluación son expresados mediante un universo de discurso se denota como (X). Donde el conjunto neutrosófico de valor único se define como *A* sobre *X,* el cual es un objeto de la forma, como se muestra en la ecuación 2.

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\}d \quad (2)$$

Donde: (x)X $\rightarrow$ [0,1], $rA(x) \rightarrow$ [0,1], $vA(x) \rightarrow$ [0,1]; con 0 $\leq uA(x) + rA(x) + vA(x) : \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo (x), $rA(x)$ y $vA(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, sucesivamente. El valor del conjunto neutrosófico de se expresa tal como muestra la ecuación 3.

$$A = (a, b, c) \quad (3)$$

Donde: a, b, c $\in$ [0,1], a+b+c $\leq$ 3

Actividad 2 transformación de los datos

Cada dato describe las características que describen el indicador, a partir de números neutrosóficos [15], [16], [17, 28], [27]. Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN, tal que: $A_j{}^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$, j=(1,2, … , n), $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.

Tal que $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$($i$ = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n), Las B_i y A^* obtenido mediante la ecuación 4:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

(i = 1,2,3… , m)

Se emplea la media de similaridad a partir de la obtención de la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación 5.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (5)$$

El cálculo permite la obtención de la medida de la alternativa A_i , a partir de la similitud el método debo buscar cuál de los datos tienen mayor cercanía al conjunto solución S_i a partir de lo cual mediante la vecindad se obtiene un orden de las alternativas. Mientras más pequeña sea la vecindad mayor será la similitud [16], [17, 35].

Actividad 3 Filtrado y comparación de los datos

La actividad consiste en evaluar el comportamiento de los indicadores para la evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis. Para ello se utiliza la escala lingüística S, $V_k^j \in S$.

Donde: $S = \{S_1, , S_g\}$ que representan el conjunto de etiquetas lingüísticas para evaluar las características de los riesgos C_k.

La evaluación realizada es considerada la preferencia del proceso a partir de la cual se obtienen:

$$P = \{P_1, \dots P_e\},$$

Los valores obtenidos son comparados con los datos almacenados previamente, se realiza un proceso de comparación mediante la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación (6).

$$S=1-\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

La función S determina la similitud entre los valores de los datos almacenados y las preferencias obtenidas realizando la comparación con toda la vecindad existente. [36]

Actividad 4 Generación de recomendaciones

A partir de la obtención de la similitud, se realiza el proceso de recomendaciones. Las recomendaciones se realizan a partir de los datos almacenados. Consiste en generar un ordenamiento sobre la vecindad de similitud.

El mejor resultado será aquel que satisfaga las necesidades que caracterizan el riesgo matemáticamente, los que obtengan mayor similitud.

3 Resultado y discusión

El método propuesto fue probado para la evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis. Los resultados son representados mediante las alternativas I, de modo que:
$I = \{i_1, i_2, i_3\}$,

Valorado a partir del conjunto de características C que describen el riesgo tal que:
$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6\}$,

A partir del conjunto de etiquetas lingüísticas que se presenta en la tabla 1 [15], definidas como:

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)

A partir de la aplicación del método se obtienen como resultado la expresión de comparación que se muestra en la expresión 5, estos datos son almacenados en la base de caso para nuevos análisis.

$$P_e = \{\text{MMB}, \text{B}, \text{B}, \text{M}, \text{B}, \text{MB}\} \quad (7)$$

A partir de la corrida de los datos, se obtiene su filtrado que proporciona un mapa para cada alternativa objeto de análisis. Las Figuras 1 a 7 presentan el mapa de datos obtenidos mediante una gráfica de barra.

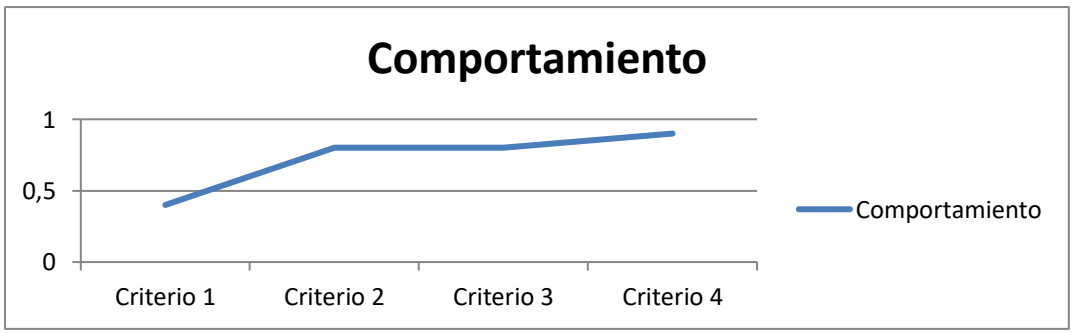


Figura 1: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 1.

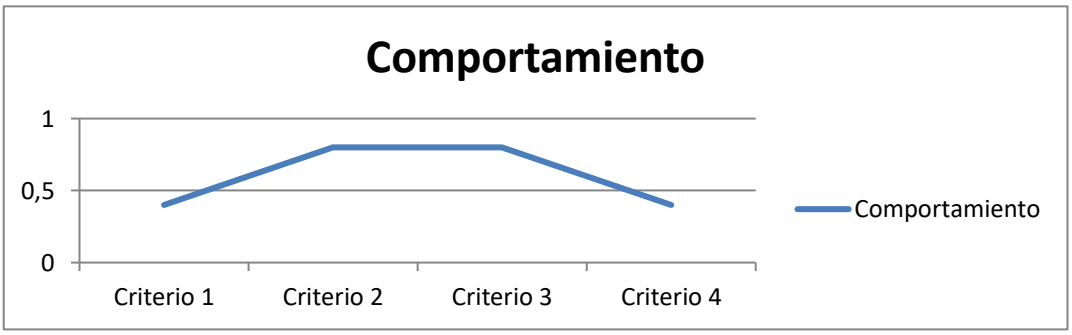


Figura 2: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 2.

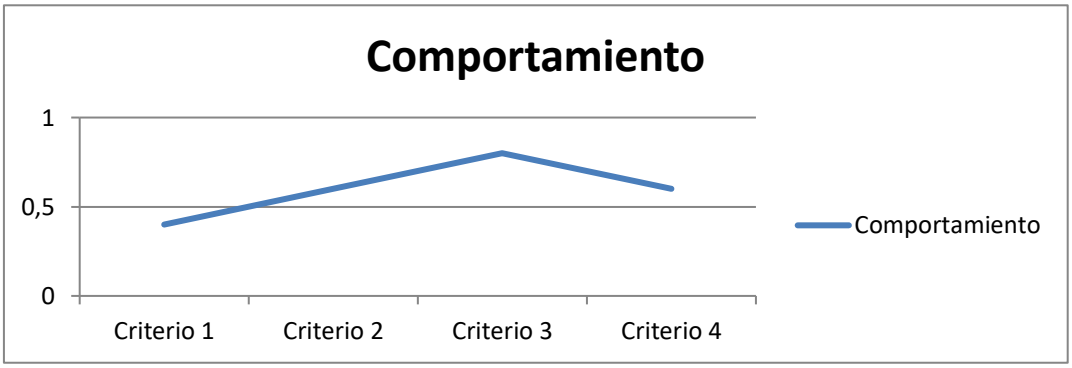


Figura 3: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 3.

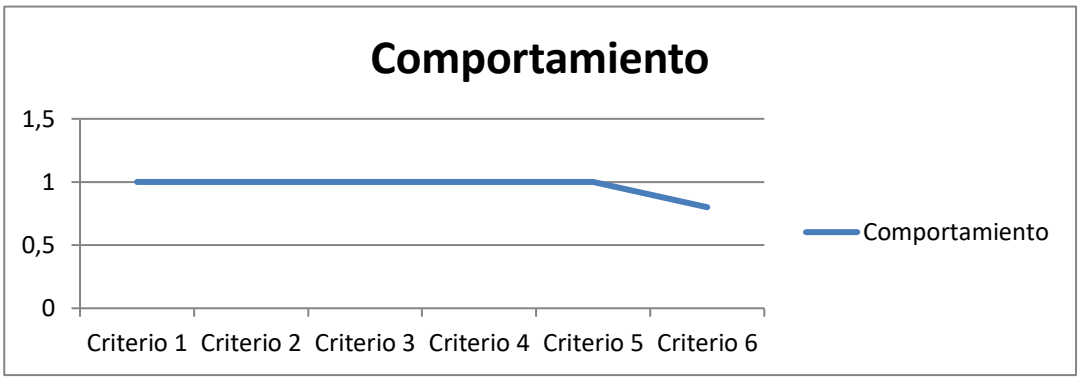


Figura 4: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 4.

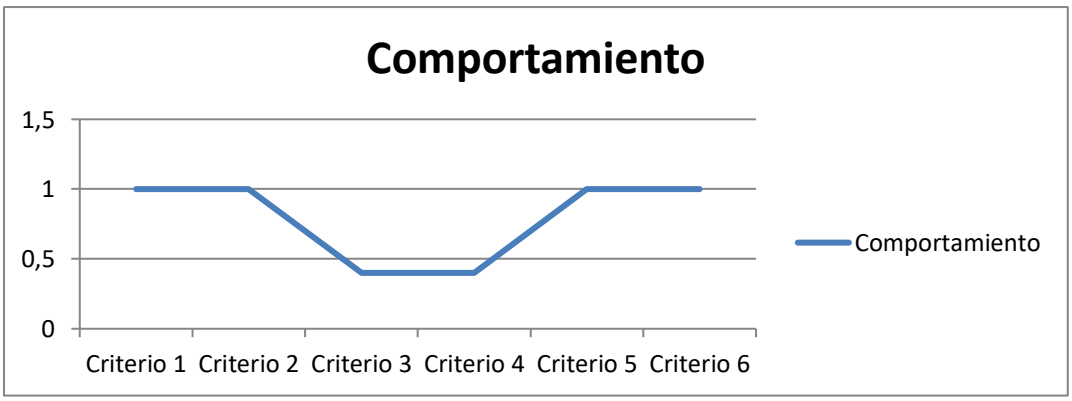


Figura 5: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 5.

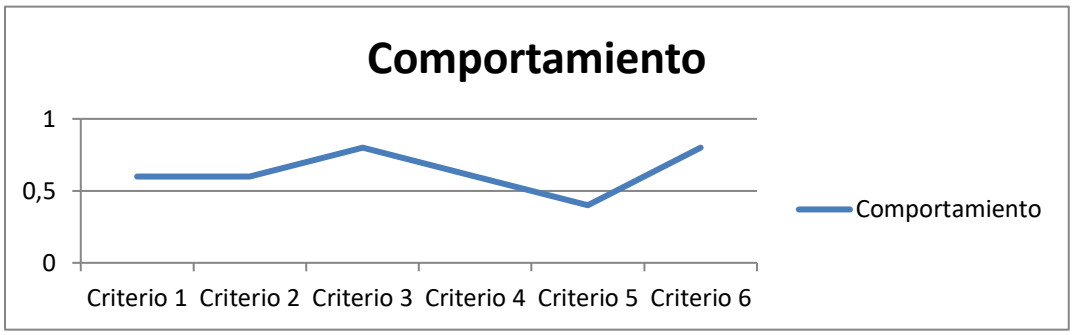


Figura 6: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 6.

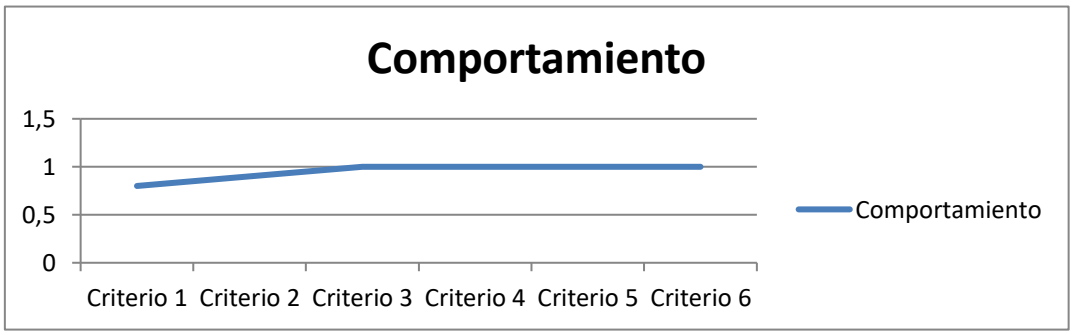


Figura 7: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 7.

Una vez obtenido el mapa de las alternativas se obtuvo el cálculo de la similitud que se muestra mediante la tabla 2.

Tabla 2: Similitud entre perfiles almacenados de eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis y el perfil de análisis.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
0.4	0.6	0.98	0.65	0.7	0.85	0.8

Por lo tanto a partir del análisis de los resultados se relaza el proceso de ordenamiento de alternativas. A partir del proceso se visualizan la alternativa objeto de atención. La expresión 8 muestra el resultado del ordenamiento realizado.

$$\{a_3, a_6, a_7\} \tag{8}$$

A partir del ordenamiento el método realiza como recomendación la (a_3) que se corresponden con la evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis y posteriormente (a_6) como segundo nivel evaluativo de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis.

4 Discusión

La eliminación efectiva de la placa bacteriana requiere el control mecánico de la placa mediante el uso de hilo dental y el cepillado dental, [1], alude a que estas actividades físicas son fundamentales para una buena higiene oral y ayudan a prevenir la acumulación de placa y la inflamación de las encías. Sin embargo, el control mecánico puede ser limitado en pacientes con habilidades limitadas para el autocuidado oral o en áreas de difícil acceso [2]. sugiere que los enjuagues bucales se ofrecen en esta situación como una herramienta adicional que puede facilitar la limpieza de zonas de la boca que pueden ser difíciles de lograr mediante métodos mecánicos, adicional a esto, puede prevenir la gingivitis y las caries dental, en este sentido, la comparación entre diferentes tipos de enjuagues bucales que ya se han mencionado, es esencial para comprender cómo pueden ayudar a mantener una salud bucal ideal. [34, 35]

Un estudio de [18] evaluó la eficacia de la clorhexidina al 0,12% y un enjuague natural a base de manzanilla y bicarbonato de sodio, los resultados mostraron que el enjuague con clorhexidina al 0,12% fue más efectivo que el enjuague natural para reducir la placa y la inflamación gingival concordando con el estudio [19], [20], [21], lo que demuestra un gran potencial para los productos herbales, convirtiéndolos en una opción prometedora para

aquellos que buscan una opción más natural y suave a los productos químicos sintéticos. De igual forma, el enjuague bucal de propóleos propuesto en el estudio de [22] también ha demostrado ser comparable a la clorhexidina en reducir la placa, pero más efectivo en reducir la inflamación gingival. Este hallazgo respalda la idea de que existen componentes que actúan mejor en ciertos casos particulares.

Por otro lado, los enjuagues de aceites, como el aceite de coco o el aceite de menta, han ganado popularidad en los últimos años debido a sus presuntas propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias. Se cree que estos enjuagues pueden reducir la placa y la inflamación gingival, pero no hay suficiente evidencia científica que respalde su eficacia, además, algunos pacientes pueden encontrar el sabor y la sensación desagradables de los enjuagues de aceites. [28, 31, 36]

Los enjuagues bucales que tienen un componente natural y clorhexidina tienen tendencias similares en la reducción de la placa dental y la inflamación gingival., así mismo un estudio comparativo realizado por [23] examinó la eficacia del colutorio de extracto de Matricaria recutita, a pesar de haber tenido una disminución en la formación de placa este fue inferior que la clorhexidina, coincidiendo con [24] que menciona que la clorhexidina es altamente eficaz frente a otros compuestos, por lo que es el compuesto ideal.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los enjuagues bucales pueden tener efectos negativos. El uso prolongado de enjuagues bucales con antimicrobianos fuertes puede alterar el equilibrio de la microbiota natural de la boca, lo que puede tener efectos negativos en la salud bucal a largo plazo. Por lo tanto [25] recomienda que es fundamental realizar evaluaciones exhaustivas de la seguridad y la eficacia de los enjuagues bucales antes de recomendarlos a los pacientes para su uso, los profesionales odontólogos deben tener en cuenta las necesidades únicas de cada paciente y los riesgos asociados con el uso de este producto. Además, es crucial informar a los pacientes sobre los posibles efectos secundarios negativos de los enjuagues bucales y motivarlos a reportar cualquier síntoma desfavorable que experimenten durante el uso llegando así a la misma conclusión de todos los artículos estudiados en el presente trabajo. [32]

A pesar de todas las bondades que puedan poseer cada componente de los distintos enjuagues [26], que es crucial combinar su uso con otros métodos de tratamiento, como la limpieza dental profesional y educar al paciente sobre la importancia de una higiene oral adecuada. Además, es importante tener en cuenta los factores de riesgo específicos del paciente, como el tabaquismo y la diabetes, ya que pueden afectar la respuesta al tratamiento y la progresión de la enfermedad periodontal.

Conclusión

El método desarrollado sigue un flujo de trabajo mediante 4 actividades que conforman su gestión integral. Una vez valorado los resultados emitidos por el método propuesto, se logró la evaluación de la eficacia de los enjuagues bucales en el control de placa y gingivitis. Los enjuagues bucales son una buena manera de tratar la placa y la gingivitis, que son dos aspectos importantes de la salud bucal, ya que sin importar el componente del que estén elaborados si contribuyen al control de placa y prevención de enfermedades periodontales.

Sin embargo, es importante que estos sean combinados con otros métodos, así como el cepillado y uso de hilo dental, y de tratamientos como la limpieza dental, como parte de un plan de cuidado bucal completo. Además, es fundamental educar a los pacientes sobre la importancia de mantener una higiene bucal adecuada para prevenir y controlar enfermedades como la gingivitis y la periodontitis.

Referencias

[1] C. McGrath, J. Clarkson, A.-M. Glenny, L. J. Walsh, and F. Hua, “Effectiveness of mouthwashes in managing oral diseases and conditions: do they have a role?,” *international dental journal,* vol. 73, pp. S69-S73, 2023.

[2] M. L. Bosma, J. A. McGuire, A. DelSasso, J. Milleman, and K. Milleman, “Efficacy of flossing and mouth rinsing regimens on plaque and gingivitis: a randomized clinical trial,” *BMC Oral Health,* vol. 24, no. 1, pp. 178, 2024.

[3] F. J. Enrile de Rojas, and A. Santos-Alemany, “Colutorios para el control de placa y gingivitis basados en la evidencia científica,” *Rcoe,* vol. 10, no. 4, pp. 445-452, 2005.

[4] P. James, H. V. Worthington, C. Parnell, M. Harding, T. Lamont, A. Cheung, H. Whelton, and P. Riley, “Chlorhexidine mouthrinse as an adjunctive treatment for gingival health,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 3, 2017.

[5] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, “Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación,” *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.

[6] C. Bouza. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en contabilidad, administración, economía," https://www.researchgate.net/publication/303551295_METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LA_TOMA_DE_DECISIONES_EN_CONTABILIDAD_ADMINISTRACION_ECONOMIA.

[7] R. Garza-Ríos, C. González-Sánchez, I. Pérez-Vergara, E. Martínez-Delgado, and M. Sanler-Cruz, "Concepción de un procedimiento utilizando herramientas cuantitativas para mejorar el desempeño empresarial," *Ingeniería Industrial,* vol. 33, pp. 239-248, 2012.

[8] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[9] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map," *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[10] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[11] F. Smarandache, *Symbolic neutrosophic theory*: Infinite Study, 2015.

[12] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y.-Q. Zhang, *interval neutrosophic sets and logic: theory and applications in computing: Theory and applications in computing*: Infinite Study, 2005.

[13] F. Martínez, "Aplicaciones al modelo conexionista de lenguaje y su aplicación al reconocimiento de secuencias y traducción automática," Universidad Poloténica de Valencia, 2012.

[14] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[15] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[16] L. K. Á. Gómez, D. A. V. Intriago, A. M. I. Morán, L. R. M. Gómez, J. A. A. Armas, M. A. M. Alcívar, and L. K. B. Villanueva, "Use of neutrosophy for the detection of operational risk in corporate financial management for administrative excellence," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 75, 2019.

[17] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[18] O. J. Villalobos, C. R. Salazar, and G. Ramírez de Sánchez, "Efecto de un enjuague bucal compuesto de aloe vera en la placa bacteriana e inflamación gingival," *Acta odontológica venezolana,* vol. 39, no. 2, pp. 16-24, 2001.

[19] K. Bhor, V. Shetty, V. Garcha, K. Ambildhok, V. Vinay, and G. Nimbulkar, "Effect of 0.4% Triphala and 0.12% chlorhexidine mouthwash on dental plaque, gingival inflammation, and microbial growth in 14–15-year-old schoolchildren: A randomized controlled clinical trial," *Journal of Indian Society of Periodontology,* vol. 25, no. 6, pp. 518-524, 2021.

[20] S. S. Santi, M. Casarin, A. P. Grellmann, L. Chambrone, and F. B. Zanatta, "Effect of herbal mouthrinses on dental plaque formation and gingival inflammation: A systematic review," *Oral Diseases,* vol. 27, no. 2, pp. 127-141, 2021.

[21] S. A. Al‐Maweri, M. Z. Nassani, N. Alaizari, B. Kalakonda, H. M. Al‐Shamiri, M. N. Alhajj, W. A. Al‐Soneidar, and A. W. Alahmary, "Efficacy of aloe vera mouthwash versus chlorhexidine on plaque and gingivitis: A systematic review," *International journal of dental hygiene,* vol. 18, no. 1, pp. 44-51, 2020.

[22] E. Halboub, S. A. Al-Maweri, M. Al-Wesabi, A. Al-Kamel, A. Shamala, A. Al-Sharani, and P. Koppolu, "Efficacy of propolis-based mouthwashes on dental plaque and gingival inflammation: a systematic review," *BMC Oral Health,* vol. 20, pp. 1-8, 2020.

[23] M. J. Gaete Forno, and P. Oliva Mella, "Efectividad del colutorio de manzanilla comparado con placebo y clorhexidina en pacientes con gingivitis entre 19 y 25 años: ensayo clínico controlado," *International journal of odontostomatology,* vol. 6, no. 2, pp. 151-156, 2012.

[24] P. K. Sreenivasan, and K. V. Prasad, "Effects of a chlorhexidine mouthwash on clinical parameters of gingivitis, dental plaque and oral polymorphonuclear leukocytes [PMN]," *Contemporary Clinical Trials Communications,* vol. 19, pp. 100473, 2020.

[25] S. Boyle, and A. Duke, "Are adjunctive therapies effective in reducing gingivitis and plaque?," *Evidence-Based Dentistry,* vol. 22, no. 3, pp. 98-99, 2021.

[26] E. Santos Gusmão, R. Cimões, R. d. Souza Coelho, R. Lima dos Santos, D. R. Moreira dos Santos, F. M. Vieira Eskinazi, and C. Leite de Macêdo, "Control mecánico-químico de la placa supragingival con diferentes concentraciones de clorhexidina," *Acta Odontológica Venezolana,* vol. 47, no. 1, pp. 46-53, 2009.

[27] Álvarez Gómez, G. A., & Estupiñán, J. "Application of Neutrosophy to the Analysis of Open Government, its Implementation and Contribution to the Ecuadorian Judicial System". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 52, pp 215-224, 2022

[28] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[29] Leyva Vázquez, M. Y., Ricardo, J. E., & Smarandache, F. "Enhancing Set-Theoretic Research Methods with Neutrosophic Sets". HyperSoft Set Methods in Engineering, vol. 2 núm. 96, 2024.

[30] Leyva, M., Hernández, R., & Estupiñán, J. “Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica”. Universidad Y Sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 262-266, 2021.

[31] Rodríguez, M. D. O., León, C. A. M., Rivera, C. D. N., Cueva, C. M. B. R., & Ricardo, C. J. E. “HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS”. Infinite Study, 2019.

[32] Smarandache, F., Ricardo, J. E., Caballero, E. G., Vázquez, M. Y. L., & Hernández, N. B. “Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment”. Infinite Study, 2020.

[33] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. “Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes”. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[34] Márquez-Sánchez, F., & Sorhegui-Ortega, R. “La Globalización y los dilemas del Desarrollo (Globalization and the Dilemmas of Development).” In III Congreso Científico Internacional" Sociedad del Conocimiento: Retos y Perspectivas". Samborondón, Ecuador, 2021.

[35] ORAMAS, O., ORTIZ, M., & MARQUEZ, S. F. “Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros.” Revista Espacios, vol. 41 núm. 1, 2020.

[36] Alfonso Caveda, D., Sorhegui Ortega, R. A., Márquez Sánchez, F., & Bustamante Chán, M. M. “El modelo pedagógico de la Universidad Tecnológica Ecotec: fundamentos epistemológicos, didácticos y metodológicos para su implementación.” Revista científica ecociencia, vol. 2 núm. 3, pp 1-12, 2015.

Recibido: Septiembre 20, 2024. Aceptado: Octubre 04, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método multicriterio neutrosófico para evaluar la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas

Neutrosophic multicriteria method for assessing the relationship between mental illness and metabolic diseases

Roberto Javier Aguilar Berrezueta[1], Icler Naun Sisalema Aguilar[2], Blanca Cristina Estrella López[3], and Guido Nino Guida Acevedo[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador; us.roberto26@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador; us.iclersisalema@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador; us.blancaestrella@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador; us.guidoga67@uniandes.edu.ec

Resumen. La asociación entre trastornos mentales y diabetes mellitus ha tenido un creciente interés en la investigación médica y la práctica clínica. La comprensión de la relación entre estas dos condiciones se ha ampliado en los últimos años y se ha reconocido una relación bidireccional entre ellas. A partir de la problemática antes descrita la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método multicriterio neutrosófico para evaluar la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas. Se obtuvo una caracterización de las principales enfermedades mentales asociadas a la diabetes mellitus, una síntesis de los factores de riesgo de diabetes mellitus en pacientes con enfermedades mentales y recomendaciones prácticas para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de estos trastornos comórbidos. El acercamiento a este tema mediante la recopilación del criterio de expertos, permitió obtener una comprensión completa y enriquecedora de los factores subyacentes y las implicaciones clínicas de esta asociación bidireccional, con lo cual se contribuye a desarrollar estrategias más efectivas para la identificación temprana, el manejo integrado y la atención adecuada de los pacientes con enfermedades mentales y diabetes mellitus.

Palabras Claves: toxina botulínica, método multicriterio neutrosófico, evaluación del uso de la toxina botulínica, tratamiento odontológico, sonrisa gingival.

Abstract. The association between mental disorders and diabetes mellitus has been of increasing interest in medical research and clinical practice. The understanding of the relationship between these two conditions has expanded in recent years and a bidirectional relationship between them has been recognized. Based on the problem described above, the present research aims to develop a multicriteria neutrosophic method to evaluate the relationship between mental illnesses and metabolic diseases, diabetes being the main one. A characterization of the main mental illnesses associated with diabetes mellitus, a synthesis of the risk factors for diabetes mellitus in patients with mental illnesses and practical recommendations for the prevention, diagnosis and treatment of these comorbid disorders were obtained. Approaching this topic by compiling expert opinion allowed us to obtain a complete and enriching understanding of the underlying factors and clinical implications of this bidirectional association, thereby contributing to developing more effective strategies for early identification, integrated management and adequate care of patients with mental illness and diabetes mellitus.

Keywords: botulinum toxin, neutrosophic multicriteria method, evaluation of the use of botulinum toxin, dental treatment, gummy smile.

1 Introducción

Existe una relación bidireccional entre la diabetes mellitus y determinados trastornos mentales como: depresión, ansiedad, desórdenes alimentarios y déficits cognitivos que se presentan también con mayor frecuencia

en la población diabética. Las correlaciones entre estas condiciones son parcialmente conocidas.

Por otro lado, ciertas enfermedades mentales como la esquizofrenia, los trastornos esquizotípicos y delirantes y los trastornos bipolares pueden contribuir a una mayor incidencia de diabetes mellitus. Estas asociaciones pueden ser atribuidas a los rasgos característicos de la enfermedad psiquiátrica y a los posibles efectos secundarios de ciertos psicofármacos.

Las personas que presentan enfermedades mentales graves junto con morbilidad somática tienen una esperanza de vida significativamente más baja y una tasa de mortalidad dos o tres veces mayor en comparación con aquellos que solo padecen enfermedades somáticas sin enfermedades mentales. Publicaciones recientes describen la aparición del denominado "distrés diabético" o "estrés específico de la diabetes" en pacientes que se sienten abrumados cognitiva y emocionalmente por el manejo de la diabetes mellitus y experimentan síntomas psicológicos.

Este distrés diabético a menudo está relacionado con circunstancias vitales desfavorables.

El estrés específico de la diabetes se observa tanto en la diabetes mellitus tipo 1 como en el tipo 2, aunque no cumple con los criterios diagnósticos de la depresión, sin embargo, en algunos casos se describen síntomas superpuestos. Dado que el curso, el diagnóstico y la terapia difieren considerablemente, es importante diferenciar claramente estos términos y cuadros clínicos. La prevalencia de la denominada “angustia diabética” es relativamente alta y alcanza del 18 al 45 % en personas con diabetes mellitus tipo 1 o tipo 2.

Dado que se han reportado efectos negativos en la HbA1c, autoeficacia, calidad de vida y cumplimiento terapéutico, el diagnóstico de esta condición es relevante [1, 23].

La frecuencia de aparición de comorbilidades psicológicas varía entre la diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2 y está relacionada con los antecedentes fisiopatológicos y psicopatológicos respectivos [2, 27]. La influencia de las enfermedades mentales en el control metabólico y en los factores de riesgo cardiovascular en la diabetes mellitus suele ser desfavorable y significativa, lo cual puede influir en el desarrollo de daño micro y macroangiopático a largo plazo [3, 22].

En la investigación se buscó identificar patrones, temas emergentes y posibles mecanismos subyacentes que explicaran esta asociación, además, se pretendió obtener recomendaciones prácticas y perspectivas futuras para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de estos trastornos comórbidos.

La aplicación del método de expertos se realizó para obtener una comprensión más completa y enriquecedora de los factores subyacentes y las implicaciones clínicas de esta asociación bidireccional, lo que permitirá desarrollar estrategias más efectivas para la identificación temprana, el manejo integrado y la atención adecuada de los pacientes con enfermedades

mentales y diabetes mellitus.

2 Diseño del método multicriterios neutrosófico para evaluar la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas

Actividad 1 análisis de las informaciones

Para nutrir el funcionamiento del método propuesto, se identifican las fuentes de información y posteriormente se almacenan en bases de datos para su posterior transformación y análisis. Dicha actividad utiliza la base de conocimiento empírica organizacional. Consiste en la recolección de informaciones para evaluar la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas

El nivel de impacto de un criterio se puede expresar mediante una relación directa de su influencia o la negación de este con un espectro de neutralidad representando un dominio numérico neutrosófico de Valor Único (SVN por sus siglas en Inglés) [4], [5], [6] [21]. El nivel de impacto es expresado mediante tres condiciones:

- Un criterio <A> pude implicar negativamente por un criterio <B> de modo que si <A> disminuye <B> disminuye según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> puede implicar positivamente por un criterio <B> de modo que si <A> incrementa B incrementa según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> no posee implicación por un criterio <B> de modo que las variaciones de <A> no poseen implicación en <B>.

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado como [7]:

Sean

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0,1]\}n,$

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

Apoyado en la neutrosofía se obtiene una mejor interpretabilidad de los datos, utilizan los conjuntos SVNS los

cuales permiten el empleo de variable lingüísticas. Los criterios de evaluación son expresados mediante un universo de discurso se denota como (X). Donde el conjunto neutrosófico de valor único se define como *A* sobre *X,* el cual es un objeto de la forma, como se muestra en la ecuación 2.

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\}d \quad (2)$$

Donde: (x)X → [0,1], $rA(x) \rightarrow [0,1]$, $vA(x) \rightarrow [0,1]$; con $0 \leq uA(x) + rA(x) + vA(x) : \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo (x), $rA(x)$ y $vA(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, sucesivamente. El valor del conjunto neutrosófico de se expresa tal como muestra la ecuación 3.

$$A = (a, b, c) \quad (3)$$

Donde: a, b, c ∈ [0,1], a+b+c ≤ 3

Actividad 2 transformación de los datos

Cada dato describe las características que describen el indicador, a partir de números neutrosóficos [8], [9], [6, 22] . Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN, tal que: $A_j{}^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$, j=(1,2, … , n), B_i = (B_{i1}, B_{i2}, … , B_{im}) (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.
Tal que B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})(i = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n), Las B_i y A^* obtenido mediante la ecuación 4:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

(i = 1,2,3… , m)

Se emplea la media de similaridad a partir de la obtención de la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación 5.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \ldots, v_k^j, \ldots v_l^j\}, j = 1, \ldots n \quad (5)$$

El cálculo permite la obtención de la medida de la alternativa A_i , a partir de la similitud el método debo buscar cuál de los datos tienen mayor cercanía al conjunto solución S_i a partir de lo cual mediante la vecindad se obtiene un orden de las alternativas. Mientras más pequeña sea la vecindad mayor será la similitud [9-13],[22, 24].

Actividad 3 Filtrado y comparación de los datos

La actividad consiste en evaluar el comportamiento de los indicadores para evaluar la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas. Para ello se utiliza la escala lingüística S, $V_k^j \in S$.

Donde: $S = \{S_1, , S_g\}$ que representan el conjunto de etiquetas lingüísticas para evaluar las características de los riesgos C_k.

La evaluación realizada es considerada la preferencia del proceso a partir de la cual se obtienen:

$$P = \{P_1, \ldots P_e\},$$

Los valores obtenidos son comparados con los datos almacenados previamente, se realiza un proceso de comparación mediante la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación (6).

$$S = 1 - \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

La función S determina la similitud entre los valores de los datos almacenados y las preferencias obtenidas realizando la comparación con toda la vecindad existente.

Actividad 4 Generación de recomendaciones

A partir de la obtención de la similitud, se realiza el proceso de recomendaciones. Las recomendaciones se realizan a partir de los datos almacenados [14-16] [21, 25, 28]. Consiste en generar un ordenamiento sobre la vecindad de similitud.

El mejor resultado será aquel que satisfaga las necesidades que caracterizan el riesgo matemáticamente, los que obtengan mayor similitud.

3 Implementación del método multicriterio neutrosófico para evaluar la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas

El método propuesto fue probado para evaluar la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas. Los resultados son representados mediante las alternativas I, de modo que:
$I = \{i_1, i_2, i_3, i_4, i_5\}$,

Valorado a partir del conjunto de características C que describen lesiones de la vía biliar tal que:
$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,} c_5\}$,

A partir del conjunto de etiquetas lingüísticas que se presenta en la tabla 1 [8], definidas como:

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)

A partir de la aplicación del método se obtienen como resultado la expresión de comparación que se muestra en la expresión 7, estos datos son almacenados en la base de caso para nuevos análisis.

$$P_e = \{\mathrm{B}, \mathrm{B}, \mathrm{MB}, \mathrm{MB}, \mathrm{B}, \} \tag{7}$$

A partir de la corrida de los datos, se obtiene su filtrado que proporciona un mapa para cada alternativa objeto de análisis.



Figura 1. Procesamiento de datos de análisis.

Las Figuras 2 a 6 presentan el mapa de datos obtenidos mediante una gráfica de barra que corresponden a la evaluación del comportamiento más cercano al caso de análisis.

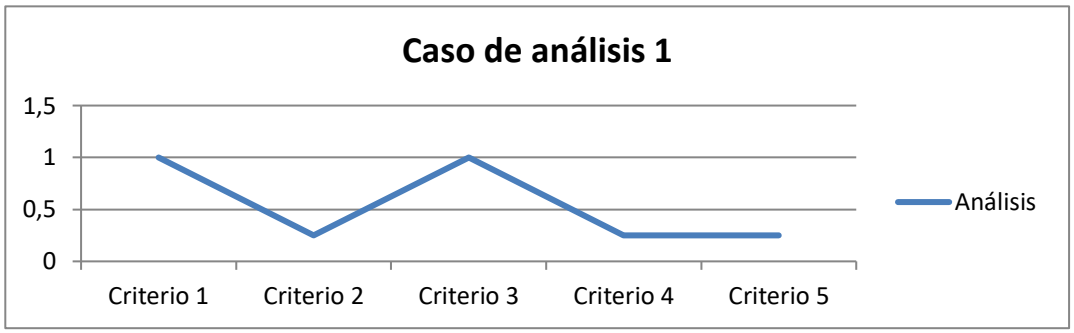


Figura 1: Mapa de datos del comportamiento en la evaluación de la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas del caso de análisis 1.

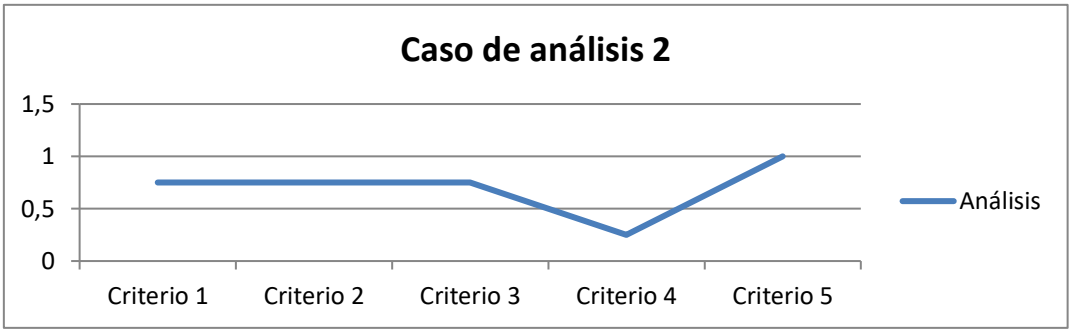


Figura 2: Mapa de datos del comportamiento en la evaluación de la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas del caso de análisis 2.

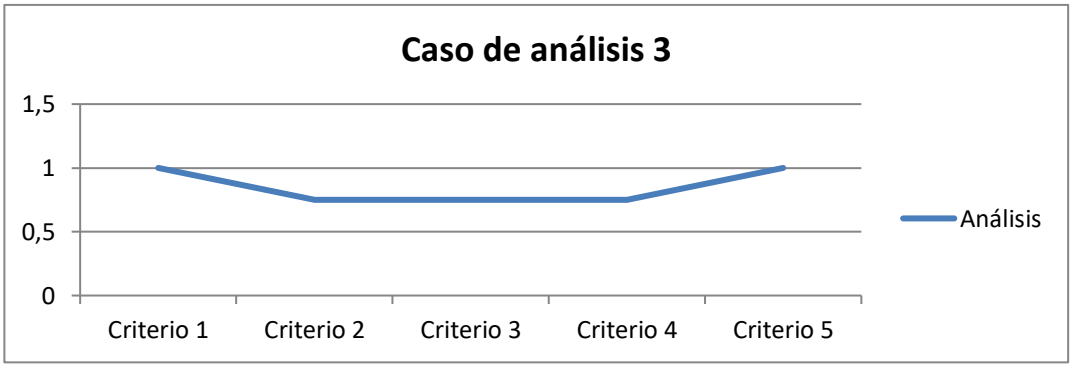


Figura 3: Mapa de datos del comportamiento en la evaluación de la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas del caso de análisis 3.

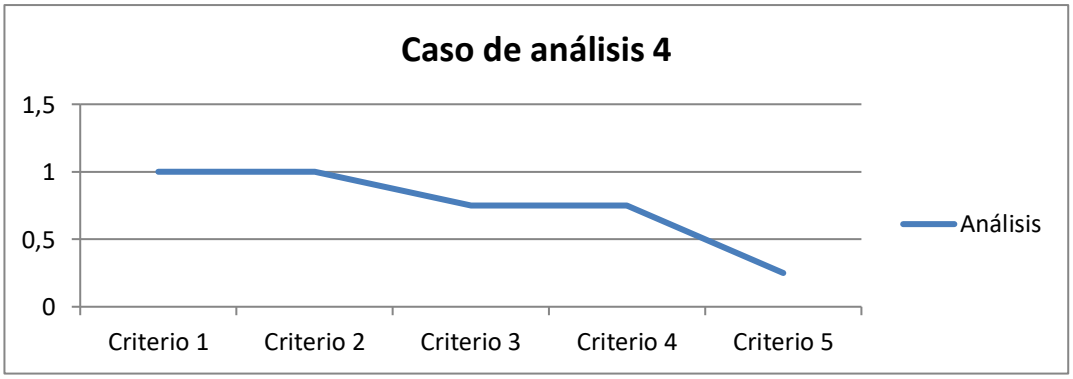


Figura 4: Mapa de datos del comportamiento en la evaluación de la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas del caso de análisis 4.

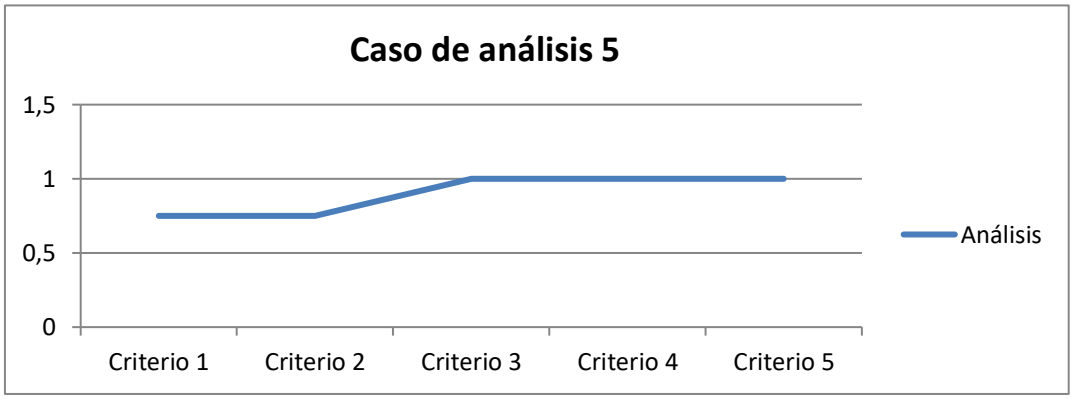


Figura 5: Mapa de datos del comportamiento en la evaluación de la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas del caso de análisis 5.

Una vez obtenido el mapa de las alternativas se obtuvo el cálculo de la similitud que se muestra mediante la tabla 3.

Tabla 3: Similitud entre los casos de análisis almacenado y el perfil del caso de estudio.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
0.75	0.80	60	0.20	0.10

Por lo tanto a partir del análisis de los resultados se relaza el proceso de ordenamiento de alternativas. A partir del proceso se visualizan la alternativa objeto de atención. La expresión 8 muestra el resultado del ordenamiento realizado.

$$\{a_2, a_1, a_3\} \tag{8}$$

A partir del ordenamiento el método realiza como recomendación la (a_2) que se corresponden con la evaluación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas del caso de análisis como primera instancia y posteriormente (a_1) como segundo nivel de factibilidad según el análisis realizado.

Discusión

La investigación científica ha demostrado que la angustia por diabetes es un fenómeno común entre las personas con esta enfermedad crónica.

Se estima que aproximadamente un tercio de las personas con diabetes experimentan angustia relacionada con su enfermedad, además, se ha observado que la angustia por diabetes no está necesariamente relacionada con el tiempo de diagnóstico de la enfermedad o el grado de control glucémico, lo que sugiere que es una condición independiente que puede afectar a personas en diferentes etapas de la enfermedad [17, 28], [18, 26].

La diabetes mellitus, especialmente la diabetes tipo 2, se caracteriza por una resistencia a la insulina y una disminución en la capacidad del cuerpo para regular los niveles de glucosa en la sangre. Esta condición metabólica crónica puede tener implicaciones significativas para la salud mental. Varios estudios epidemiológicos han demostrado una mayor prevalencia de trastornos mentales, como la depresión y la ansiedad, en personas con diabetes mellitus en comparación con la población general [19, 21].

Los mecanismos subyacentes que respaldan esta asociación pueden ser multifactoriales y complejos. Uno de los mecanismos propuestos implica alteraciones en la función cerebral debido a los cambios en los niveles de glucosa en la sangre [20, 22]. La hiperglucemia crónica y los picos y caídas de glucosa pueden afectar negativamente el funcionamiento cerebral, lo que puede influir en la aparición de síntomas psicológicos y trastornos mentales, además, se ha observado una relación bidireccional entre la diabetes mellitus y las enfermedades mentales. Por un lado, el estrés crónico y la carga emocional asociada con el manejo diario de la diabetes pueden aumentar el riesgo de desarrollar trastornos mentales. Por otro lado, los trastornos mentales, como la depresión, pueden interferir con el autocontrol y la adherencia al tratamiento de la diabetes, lo que puede empeorar el control glucémico y aumentar el riesgo de complicaciones.

Conclusión

A partir de la implementación del método multicriterio neutrosófico fue posible la evaluación de la relación entre enfermedades mentales y las enfermedades metabólicas, principalmente la diabetes. Existe una conexión sólida respaldada por evidencia científica entre la diabetes mellitus y las enfermedades mentales. Aunque la comprensión exacta de los mecanismo subyacentes aún se está desarrollando, se ha acumulado evidencia significativa que respalda esta asociación. Se ha sugerido que los cambios en los niveles de glucosa en la sangre, el estrés crónico y los factores de riesgo compartidos desempeñan un papel importante en esta asociación.

Comprender esta relación es crucial para proporcionar una atención integral y adecuada a las personas que padecen tanto diabetes como enfermedades mentales.

Además, dentro de los estudios realizados y análisis de otros artículos se ha llegado a la conclusión que las enfermedades mentales como la depresión, la ansiedad y el estrés tienen relación directa con la diabetes emocional y enfermedades metabólicas.

Referencias

[1] C. H. Wang, T. Y. Lee, K. C. Hui, and M. H. Chung, "Mental disorders and medical comorbidities: Association rule mining approach," *Perspectives in psychiatric care,* vol. 55, no. 3, pp. 517-526, 2019.

[2] E. C. M. Aldaz, R. J. A. Berrezueta, and E. Altamirano, "Asociación entre enfermedades mentales y diabetes: un análisis basado en la opinión de expertos," *Revista Finlay,* vol. 13, no. 3, pp. 137-148, 2023.

[3] M. Galbally, J. Frayne, S. J. Watson, V. Morgan, and M. Snellen, "The association between gestational diabetes mellitus, antipsychotics and severe mental illness in pregnancy: A multicentre study," *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology,* vol. 60, no. 1, pp. 63-69, 2020.

[4] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y.-Q. Zhang, *interval neutrosophic sets and logic: theory and applications in computing: Theory and applications in computing*: Infinite Study, 2005.

[5] F. Martínez, "Aplicaciones al modelo conexionista de lenguaje y su aplicación al reconocimiento de secuencias y traducción automática," Universidad Poloténica de Valencia, 2012.

[6] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[7] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[8] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[9] L. K. Á. Gómez, D. A. V. Intriago, A. M. I. Morán, L. R. M. Gómez, J. A. A. Armas, M. A. M. Alcívar, and L. K. B. Villanueva, "Use of neutrosophy for the detection of operational risk in corporate financial management for administrative excellence," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 75, 2019.

[10] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[11] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[12] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[13] R. GINGIVAL, and V. SMILE, "Valencia R., Oliveros S. 2, Espinosa R. 3, Guillen E. 4, Apolo S. 2," 2018.

[14] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.

[15] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[16] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.

[17] X. Liu, J. Haagsma, E. Sijbrands, H. Buijks, L. Boogaard, J. P. Mackenbach, V. Erasmus, and S. Polinder, "Anxiety and depression in diabetes care: longitudinal associations with health-related quality of life," *Scientific reports,* vol. 10, no. 1, pp. 8307, 2020.

[18] E. F. Coccaro, S. Lazarus, J. Joseph, K. Wyne, T. Drossos, L. Phillipson, and M. de Groot, "Emotional regulation and diabetes distress in adults with type 1 and type 2 diabetes," *Diabetes Care,* vol. 44, no. 1, pp. 20-25, 2021.

[19] A. M. Murray, F.-C. Hsu, J. D. Williamson, R. N. Bryan, H. C. Gerstein, M. D. Sullivan, M. E. Miller, I. Leng, L. L. Lovato, and L. J. Launer, "ACCORDION MIND: results of the observational extension of the ACCORD MIND randomised trial," *Diabetologia,* vol. 60, no. 1, pp. 69-80, 2017.

[20] E. S. Uribe, F. C. Navarro, A. F. G. Medrano, K. I. G. Cervantes, N. A. Á. Villalobos, V. D. A. Rocha, M. M. Hernández, J. M. M. Alanís, C. M. H. Cavada, and J. A. Z. Hernández, "Preliminary efficacy and tolerability profiles of first versus second-generation Long-Acting Injectable Antipsychotics in schizophrenia: A systematic review and meta-analysis," *Journal of Psychiatric Research,* vol. 129, pp. 222-233, 2020.

[21] Anilema, C. A. M., Ricardo, J. E., & Mosquera, G. A. C. "La desnaturalización del derecho a la libertad de expresión como consecuencia de la conducta de incitación al odio en el ámbito político, en redes sociales, en Ecuador en las elecciones presidenciales en el año 2021". Debate Jurídico Ecuador, vol. 7 núm. 1, pp 17-33, 2024

[22] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[23] Leyva Vázquez, M. Y., Ricardo, J. E., & Smarandache, F. "Enhancing Set-Theoretic Research Methods with Neutrosophic Sets". HyperSoft Set Methods in Engineering, vol. 2 núm. 96, 2024.

[24] Leyva, M., Hernández, R., & Estupiñán, J. "Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica". Universidad Y Sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 262-266, 2021.

[25] Rodríguez, M. D. O., León, C. A. M., Rivera, C. D. N., Cueva, C. M. B. R., & Ricardo, C. J. E. "HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS". Infinite Study, 2019.

[26] Smarandache, F., Ricardo, J. E., Caballero, E. G., Vázquez, M. Y. L., & Hernández, N. B. "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment". Infinite Study, 2020.

[27] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[28] Márquez-Sánchez, F. M. "El sector informal y la evolución histórica de la" pequeña empresa. América latina, en la segunda mitad del Siglo XX." Revista Científica Ecociencia, vol. 1 núm. 1, 2014.

Recibido: Septiembre 20, 2024. Aceptado: Octubre 04, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación y control del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención de enfermería a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot

Neutrosophic method for the evaluation and monitoring of the effect of Jean Watson's theory in the nursing care of pediatric patients with Tetralogy of Fallot

Nairovys Gómez Martínez[1], Riber Fabián Donoso Noroña[2], Gloria Rebeca Medina Naranjo[3] and Adisnay Rodríguez Plasencia[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.nairovysgomez@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.riberdonoso@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.gloriamedina@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.adisnayrodriguez@uniandes.edu.ec

Resumen. Este artículo presenta el diseño de un método neutrosófico para la evaluación y control del efecto de una guía clínica basada en la Teoría de Cuidados Humanizados de Jean Watson para la atención de enfermería a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot en Ecuador. Los hallazgos revelaron que aplicar los principios de Watson mejora significativamente los aspectos emocionales y físicos del cuidado, contribuyendo a un enfoque más empático y holístico. Este enfoque no solo atiende la condición médica, sino que también se centra en el bienestar integral del paciente, proporcionando un marco estructurado que es esencial para los profesionales de la salud. Las directrices derivadas de este estudio permiten una implementación efectiva de cuidados humanizados, lo que refuerza la importancia de un tratamiento integral que responde tanto a las necesidades médicas como emocionales, mejorando así los resultados clínicos y la calidad de vida de los niños afectados.

Palabras Claves: método neutrosófico, Tetralogía de Fallot, cuidados humanizados, Jean Watson.

Abstract. This article presents the design of a neutrosophic method for the evaluation and control of the effect of a clinical guideline based on Jean Watson's Theory of Humanized Care for nursing care of pediatric patients with Tetralogy of Fallot in Ecuador. The findings revealed that applying Watson's principles significantly improves the emotional and physical aspects of care, contributing to a more empathetic and holistic approach. This approach not only addresses the medical condition, but also focuses on the patient's comprehensive well-being, providing a structured framework that is essential for health professionals. The guidelines derived from this study allow for effective implementation of humanized care, reinforcing the importance of comprehensive treatment that responds to both medical and emotional needs, thus improving clinical outcomes and quality of life of affected children.

Keywords: neutrosophic method, Tetralogy of Fallot, humanized care, Jean Watson.

1 Introducción

La Tetralogía de Fallot (ToF) es un defecto cardíaco congénito complejo que comprende cuatro anomalías anatómicas: estenosis pulmonar, defecto del septo ventricular, aorta cabalgante e hipertrofia del ventrículo derecho. Este conjunto de malformaciones afecta significativamente la fisiología cardíaca, llevando a una mezcla de sangre oxigenada y desoxigenada en el sistema circulatorio, lo que resulta en hipoxemia y cianosis. La ToF es uno de los defectos cardíacos congénitos más comunes y representa aproximadamente el 10% de todas las car-

diopatías congénitas [1].

Consecuentemente, la incidencia global de la Tetralogía de Fallot se estima en aproximadamente 1 de cada 2,518 nacimientos vivos. Las intervenciones quirúrgicas tempranas junto con un diagnóstico precoz han logrado mejorar significativamente los pronósticos a largo plazo, permitiendo a muchos pacientes disfrutar de una calidad de vida comparativamente normal y una mayor esperanza de vida. Sin embargo, esta condición exige una gestión continua que abarca desde el seguimiento cardiológico permanente hasta el manejo de complicaciones como arritmias y disfunción ventricular. Este contexto subraya la imperiosa necesidad de contar con sistemas de salud robustos y bien equipados que puedan proporcionar cuidados especializados de manera continua [2].

En Ecuador, al igual que en muchos países en desarrollo, los desafíos incluyen la detección temprana, el acceso a tratamientos adecuados y la disponibilidad de especialistas entrenados en cardiopatías congénitas. Aunque no existen datos específicos publicados recientemente sobre la prevalencia de la ToF en Ecuador, la carga de enfermedades congénitas es significativa y está influenciada por factores como la falta de programas de screening prenatal y recursos limitados en áreas rurales. La mejora en la infraestructura de salud y la capacitación de profesionales médicos son cruciales para mejorar los resultados en estos pacientes [3, 35].

En este contexto, la teoría del Cuidado Humanizado de Jean Watson, que se centra en promover la armonía entre la mente, el cuerpo y el alma a través de una relación de cuidado y apoyo, es particularmente relevante. Watson plantea que los cuidados de enfermería deben trascender la mera atención física, enfocándose en la conexión humana y el cuidado espiritual, emocional y psicosocial del individuo. Esta teoría sostiene diez elementos caritativos fundamentales que incluyen prácticas como la formación de un entorno de apoyo, la aceptación positiva y el respeto por las posibilidades de cada individuo, y la promoción de una relación interpersonal profunda que permita el cuidado holístico del paciente [4, 40].

Dada la complejidad y la naturaleza crónica de la Tetralogía de Fallot en pacientes pediátricos, la teoría del Cuidado Humanizado de Jean Watson resulta esencial. Esta teoría subraya la necesidad de atender las dimensiones emocionales y psicológicas de los niños y sus familias, abogando por prácticas que fomenten no solo una mejora en los resultados físicos, sino también en el bienestar emocional. La implementación de cuidados humanizados es clave para mitigar el estrés y la ansiedad frecuentemente experimentados por los pacientes y sus cuidadores, creando así un ambiente más propicio para la curación y compasión. Estos aspectos son cruciales para un manejo efectivo y sostenido de la condición a lo largo del tiempo [5, 36].

En el estudio realizado por Silva en 2020 en hospitales de Quito, Ecuador, se encontraron resultados estadísticamente significativos al implementar prácticas de cuidado humanizado en unidades de cardiología pediátrica. Los datos revelaron que estas prácticas no solo mejoraron el bienestar emocional de los niños con cardiopatías congénitas, sino que también impactaron positivamente en los tiempos de recuperación y las tasas de complicaciones postoperatorias. Específicamente, el estudio mostró una reducción del 25% en los tiempos de recuperación y una disminución del 30% en las complicaciones postoperatorias, comparado con los estándares previos al cambio en la metodología de cuidado. Esta evidencia subraya la eficacia de un enfoque de cuidado integral y centrado en el paciente para mejorar los resultados clínicos en entornos pediátricos cardiológicos [10].

También es importante destacar que la aplicación de la Teoría de Jean Watson en la enfermería pediátrica para pacientes con Tetralogía de Fallot en Ecuador revela una disonancia considerable entre teoría y práctica, subrayando la necesidad urgente de investigar más a fondo en esta área. A pesar de que la teoría de Watson resalta el valor del cuidado holístico y humanizado, su implementación efectiva en la gestión de afecciones complejas como la Tetralogía de Fallot se enfrenta a desafíos significativos, particularmente en entornos con limitaciones de recursos como Ecuador [6, 34].

El objetivo de la investigación es el desarrollo de un método neutrosófico para la evaluación y control del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención de enfermería a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot en Ecuador.

2. Diseño del método para la evaluación del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot

La presente investigación tiene como objetivo el desarrollo de un Método Neutrosófico para la evaluación y control del impacto de la teoría de Jean Watson en la atención de enfermería a pacientes pediátricos diagnosticados con Tetralogía de Fallot en Ecuador. Este enfoque innovador se fundamenta en la creación de un sistema de recomendaciones que permite elaborar un perfil detallado de cada paciente, integrando un conjunto de características clínicas relevantes asociadas a la enfermedad. A partir de este perfil, se busca identificar y recomendar la guía práctica de la teoría de Watson que mejor se ajuste a las necesidades del paciente analizado, basándose en un análisis exhaustivo de casos similares almacenados en una base de datos.

Este sistema tiene como propósito promover la implementación de técnicas de cuidado que han demostrado eficacia en experiencias previas, mejorando así la calidad del cuidado enfermero y promoviendo un enfoque integral que contemple aspectos físicos, emocionales y sociales en el tratamiento de niños con esta compleja pato-

logía cardíaca. Al abordar tanto la incertidumbre como la pluralidad de la atención pediátrica, este método pretende contribuir significativamente a la práctica de enfermería, optimizando los resultados en la salud de los pacientes y sus familias.

El método propuesto consta de tres procesos principales, selección de perfiles, evaluación de las alternativas y selección de la base de conocimiento del perfil de semejanza. La figura 1 muestra un esquema con el funcionamiento general del método propuesto.

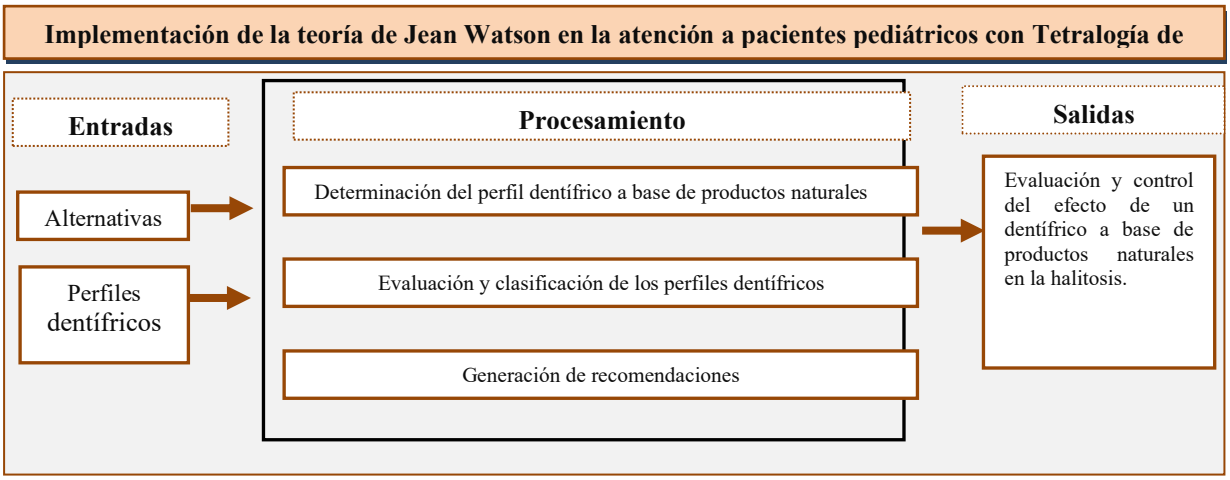


Figura1: Esquema general del funcionamiento del método para la evaluación y control del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención de enfermería a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot.

El procesamiento del sistema se basa sobre la modelación de la incertidumbre mediante números neutrosóficos. La lógica neutrosófica (NL) es un armazón general para unificación de muchas lógicas existentes. Generaliza la lógica borrosa (especialmente la lógica intuicionista borrosa). La idea importante de NL es caracterizar cada declaración lógica en un espacio 3D neutrosófico, donde cada dimensión del espacio representa la verdad (T) respectivamente, la falsedad (F), e indeterminación (I) de la declaración baja consideración, donde T, I, F son estandarte o no estandarte real subconjunto de [-0, 1+] [[7], [8, 35].

La unidad de intervalo clásico [0,1] se puede usado. T,I,F son componentes independientes dejando espacio para información incompleta (cuando la suma superior <1); para consecuente e información contradictoria; (cuando el suma superior >1) o información completa (suma de componentes =1)[9, 37].

Los conjuntos neutrosóficos son una generalización de conjunto borroso (espacialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F) y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde *t* varía en T, *i* varía en I, f varía en F [10]. Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependiente de muchos parámetros desconocidos o conocidos [9], [11, 41].

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a un problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [12] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [13] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \tag{1}$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x),: X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

2.1 Descripción del flujo de trabajo del método neutrosófico propuesto para la recomendación en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot

El método está basado fundamentalmente en la propuesta de Cordón para sistemas de recomendación basa-

dos en conocimiento [14, 34], permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN [15-17]. La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta de método para la evaluación y control de efecto de la teoría de Jean Watson en la atención de enfermería a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot, se muestra a continuación.

1. Creación de la base de datos estructurada con los perfiles de los pacientes que incluye la información de casos previos, asentando las intervenciones de enfermería basadas en la teoría de Jean Watson y los efectos obtenidos.

Cada uno de los pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot, a los cuales se les aplicó la teoría de Jean Watson en la atención enfermero (a_i) será descrito por un conjunto de características que conformarán el perfil del paciente con el efecto de la aplicación de la teoría de Jean Watson.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \tag{2}$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa, o a partir de los algoritmos computacionales de recuperación de información médica, así como con la importación de bases de datos de estudios anteriores correspondientes al presente objeto de estudio [18, 19]:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \tag{3}$$

Las valoraciones del efecto del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot, a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN [20, 21, 35]. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos [22-25]. Una vez descritas las evaluaciones del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot, que representan las alternativas:

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \tag{4}$$

Los perfiles son guardados en una base de datos para su posterior recuperación.

2. Obtención del perfil del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot.

En esta actividad se determina la información de los perfiles del efecto de la teoría de Jean Watson, sobre las preferencias de estos, almacenándose en un perfil de modo que:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \tag{5}$$

El perfil estará integrado por un conjunto de atributos que caracterizan del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \tag{6}$$

Donde $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional y mediante ejemplos los cuales pueden ser adaptados [26, 38].

3 Filtrado de los perfiles

En esta actividad se filtran los perfiles de evaluación y control del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot, de acuerdo al perfil almacenado para encontrar cuáles son las más adecuadas según las características presentes [27-29].

Con este propósito se calculada la similitud entre el perfil de los pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot, P_e y cada perfil disponible $a_j$registrado en la base de datos y que fue atendido según la teoría de Jean Watson. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left(\left| a_{ij} - a_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| b_{ij} - b_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| c_{ij} - c_j^* \right| \right)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (7)$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de evaluación y control del efecto, y los almacenados, a_j [30, 39].

4. Generación de recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil de evaluación y control del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot y los almacenados en la base de datos, cada uno de los perfiles se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representados por el siguiente vector de similitud [31, 32].

$$D = (d_1, \dots, d_n) \quad (8)$$

La mejor recomendación serán aquellas que mejor satisfagan las necesidades del perfil óptimo, o sea, que presente mayor similitud.

4 Implementación del método propuesto

La presente sección describe la implementación del método neutrosófico para la evaluación y control del efecto de la teoría de Jean Watson en la atención de enfermería a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot en Ecuador. A continuación, se presenta un ejemplo demostrativo a partir del cual se parte de la base de datos que posee:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3\}$$

Donde:

c_1: Satisfacción del paciente y la familia:

- Empatía y apoyo emocional: Medición de la percepción del paciente y la familia sobre la empatía demostrada por el personal de enfermería.
- Evaluar si el personal de enfermería ofrece apoyo emocional y escucha activa, especialmente en momentos críticos.
- Involucramiento de la familia en el cuidado: análisis de la participación de la familia en las decisiones de atención y el cuidado.
- Evaluar si se brindan oportunidades para que la familia participe en el proceso de cuidados y se les incluye como parte del equipo de atención.

c_2: Mejoría en resultados clínicos:

- Parámetros vitales y signos clínicos: Monitoreo de la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno antes y después de la implementación de la teoría de Watson.
- Evaluación de la estabilidad clínica general y la respuesta a las intervenciones de enfermería.
- Recuperación postoperatoria: Duración de la estancia hospitalaria y el tiempo de recuperación después de la cirugía.
- Aparición de complicaciones postoperatorias y la eficiencia del manejo del dolor.
- Calidad de vida: calidad de vida del paciente a través de escalas estandarizadas de aspectos físicos y emocionales.
- Evaluación de la percepción del bienestar general del paciente y su capacidad para incorporar actividades cotidianas.

c_3: Cumplimiento de los protocolos de cuidado

- Adherencia a guías de práctica: - si el personal de enfermería sigue los protocolos establecidos basados en la teoría de Watson.
- Medición de la consistencia en la implementación de prácticas de cuidado holísticas.

- Registro adecuado de intervenciones: en los registros clínicos se documentan adecuadamente las intervenciones realizadas.
- Evaluar si las notas de enfermería reflejan el enfoque centrado en el paciente y las técnicas de Watson.
- Capacitación y formación del personal: nivel de conocimiento del personal de enfermería sobre la teoría de Watson y cómo se aplica en la práctica con pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot.
- Participación en formaciones continuas y talleres que refuercen la implementación de la teoría en el cuidado diario.

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [33].

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)

La Figura 2 muestra una vista con los datos utilizado en este ejemplo.

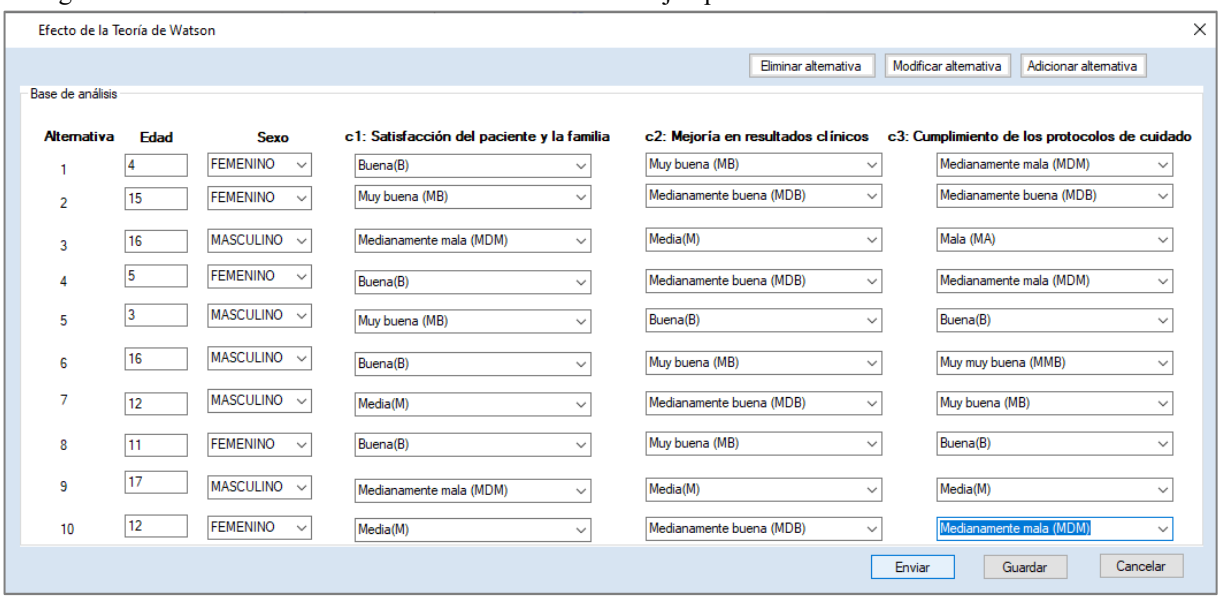


Figura 2: Base de análisis del estudio.

Si un especialista del sistema de salud u_e, desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo expresando sus perfiles de evaluación y control. En este caso:

$$P_e = \{\,\mathrm{MMB}, \mathrm{MDB}, \mathrm{MB}\}$$

La siguiente acción es el cálculo de la similitud entre el perfil de evaluación y control el efecto de la teoría de Jean Watson en la atención a pacientes pediátricos con Tetralogía de Fallot y los perfiles almacenados en la base de datos.

Tabla 2: Similitud entre los perfiles almacenados y el perfil provisto.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}
0.66	0.33	0.80	0.50	0.90	0.40	0.20	0.40	0.50	0.30

En la fase de recomendación se recomendará aquel perfil que más se acerque al perfil objeto de análisis. Un ordenamiento de los perfiles basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_5, a_3, a_1\}$$

En caso de que el sistema recomendará los dos casos más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_5, a_3$$

La aplicación de las recomendaciones provee una vecindad lo más cercano al perfil comparativo para el ejemplo en cuestión la solución es:

$$a_5$$

4 Discusión

La implementación de la teoría de cuidados humanizados de Jean Watson en el contexto de la atención a niños con Tetralogía de Fallot ha evidenciado efectos positivos tanto en los aspectos emocionales como físicos del cuidado. Los resultados obtenidos en la investigación resaltan que este enfoque holístico no solo se centra en el tratamiento de la condición médica, sino que también aboga por el bienestar integral del paciente, minimizando el estrés y la ansiedad durante su hospitalización. Esto es particularmente relevante en pacientes pediátricos, quienes son más susceptibles a las experiencias de estrés y trauma en entornos clínicos. [41]

El cuidado humanizado, como se ha expuesto, favorece una mayor empatía y mejora la relación entre el personal de enfermería y los pacientes. A través de la investigación, se ha observado que la aplicación de los principios de Watson promueve un ambiente de cuidado que permite a los profesionales de la salud no solo atender las necesidades físicas del niño, sino también apoyar su bienestar emocional. Esta sinergia se traduce en un entorno más seguro y tranquilizador para los pacientes, facilitando su adaptación a los procedimientos médicos y promoviendo una recuperación más eficiente. [35]

En cuanto a los beneficios físicos, el estudio respalda la evidencia de que el cuidado humanizado contribuye a una mejor recuperación postoperatoria en niños con Tetralogía de Fallot. Se ha encontrado que este enfoque está asociado con una reducción en el tiempo de hospitalización y una mejora en los resultados clínicos. Al reducir el estrés pre y postoperatorio, los niños experimentan menos complicaciones, lo que a su vez impacta positivamente en su recuperación. Esta información es crucial para la planificación de cuidados y para el diseño de protocolos de atención que prioricen la experiencia emocional del paciente.

Sin embargo, es importante reconocer que la implementación del cuidado humanizado no está exenta de desafíos. Los hallazgos indican que, aunque el enfoque de Watson es prometedor, su implementación efectiva en contextos con recursos limitados puede ser problemática. Las barreras, como la falta de formación adecuada del personal y los limitados recursos disponibles, pueden limitar significativamente los beneficios de este enfoque. Este aspecto destaca la necesidad de garantizar que los profesionales de la salud cuenten con la capacitación necesaria y acceso a herramientas que les permitan adoptar un enfoque humanizado en su práctica.

Asimismo, se ha considerado la crítica sobre la dificultad de cuantificar los beneficios emocionales del cuidado humanizado. A pesar de que algunos argumentan que las medidas subjetivas son complicadas de estandarizar, el estudio ha subrayado que la inclusión de evaluaciones cualitativas puede ofrecer una comprensión más profunda y contextualizada de los impactos emocionales del cuidado. Es esencial avanzar en el desarrollo de métricas que reflejen el bienestar emocional de los pacientes en los entornos clínicos, para poder evaluar adecuadamente el éxito de los enfoques humanizados. [34]

Las recomendaciones generadas en la investigación para la implementación de cuidados humanizados brindan directrices claras y prácticas que son esenciales para el personal de salud que trabaja con pacientes pediátricos. Estas guías no solo fomentan un enfoque holístico y centrado en el paciente, sino que también ayudan a establecer un entorno de cuidado que promueve la empatía, el apoyo emocional y la comunicación efectiva. A través de este enfoque, se pueden mejorar los resultados tanto clínicos como emocionales de los pacientes pediátricos, reafirmando la importancia de adaptar las prácticas de atención a las necesidades específicas de cada niño y su familia.

Se considera necesario reconocer que, aunque existen desafíos en la implementación del cuidado humanizado, los beneficios son significativos y constituyen una oportunidad valiosa para transformar la atención a los niños con Tetralogía de Fallot. La integración de un enfoque humanizado en la práctica clínica enfatiza la necesidad de proporcionar un cuidado que no solo trate la afección médica, sino que también nutra el bienestar emocional de los pacientes, contribuyendo así a un enfoque de atención verdaderamente integral.

Conclusión

La investigación desarrolló Método Neutrosófico para evaluar y controlar el impacto de la teoría de Jean Watson en la atención de enfermería a pacientes pediátricos diagnosticados con Tetralogía de Fallot en Ecuador. Este enfoque permite una comprensión más amplia y flexible de las complejidades involucradas en la atención pediátrica, considerando tanto las necesidades específicas de cada niño como la diversidad de experiencias y contextos en los que se presenta la enfermedad.

El sistema de recomendaciones diseñado en el marco de este método facilita la creación de un perfil detallado de cada paciente, integrando características clínicas relevantes asociadas a la Tetralogía de Fallot. A partir de este perfil, se logra identificar y recomendar la guía práctica de la teoría de Watson que mejor se ajusta a las necesidades del paciente específico. Este proceso se basa en un análisis exhaustivo de casos similares almacenados en una base de datos, lo que permite una personalización y adaptabilidad efectiva en el cuidado de cada niño.

El propósito de este sistema es promover la implementación de técnicas de cuidado que han demostrado eficacia en experiencias previas, mejorando la calidad del cuidado enfermero. Al integrar un enfoque que contemple aspectos físicos, emocionales y sociales, se fomenta un tratamiento más holístico que considera el bienestar integral del paciente. Esto no solo tiene un impacto positivo en la salud de los niños, sino que también beneficia a sus familias, quienes suelen verse afectadas emocionalmente por la condición de sus seres queridos.

Además, al abordar tanto la incertidumbre como la pluralidad de la atención pediátrica, el Método Neutrosófico contribuye significativamente a la práctica de enfermería. Permite a los profesionales de salud manejar de manera efectiva las variables y factores que pueden influir en el proceso de atención, optimizando así los resultados en la salud de los pacientes y en sus experiencias en el entorno clínico.

Por tanto, se concluye que el desarrollo y la implementación del Método Neutrosófico, junto con el sistema de recomendaciones basado en la teoría de Watson, no solo mejora la calidad del cuidado enfermero en el contexto de la Tetralogía de Fallot, sino que también representa un avance significativo hacia un enfoque de atención más personalizado, efectivo y centrado en el paciente. Este enfoque integral es esencial para enfrentar los desafíos asociados con la atención pediátrica en entornos como el de Ecuador, donde los recursos y las experiencias pueden ser variados, pero donde el compromiso con la excelencia en el cuidado siempre debe prevalecer.

Referencias

[1] A. Morgenthau, and W. H. Frishman, “Genetic origins of tetralogy of Fallot,” *Cardiology in review,* vol. 26, no. 2, pp. 86-92, 2018.

[2] K. Kordopati-Zilou, T. Sergentanis, P. Pervanidou, D. Sofianou-Petraki, K. Panoulis, N. Vlahos, and M. Eleftheriades, “Neurodevelopmental outcomes in tetralogy of Fallot: a systematic review,” *Children,* vol. 9, no. 2, pp. 264, 2022.

[3] K. Meza, T. Vasquez-Loarte, J. F. Rodriguez-Alarcon, O. San Roman, J. Rojas-Camayo, C. R. Mejia, M. Medina, H. A. Zapata, A. Saarinen, and K. Bravo-Jaimes, “Critical congenital heart disease detection in the ANDES: Challenges and opportunities,” *International Journal of Cardiology Congenital Heart Disease,* vol. 10, pp. 100415, 2022.

[4] J. Watson, “Nursing: The philosophy and science of caring, revised edition,” *Caring in nursing classics: An essential resource*, pp. 243-264, 2013.

[5] C. A. Fernández-Silva, E. J. Mansilla-Cordeiro, A. Aravena Flores, B. Antiñirre Mansilla, and M. I. Garcés Saavedra, “Perception of Hospitalized Patients Regarding Nursing Care,” *Enfermería: Cuidados Humanizados,* vol. 11, no. 1, 2022.

[6] E. J. de la Paz-Loret, L. L. Céspedes-Sellén, E. Sellén-Sanchén, and C. M. Oliva-de Céspedes, “Tetralogía de Fallot con agenesia de válvula pulmonar,” *Universidad Médica Pinareña,* vol. 19, pp. 764, 2021.

[7] F. Smarandache, "A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141: American Research Press, 1999.

[8] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.

[9] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[10] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico,” *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[11] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[12] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[13] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[14] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, "Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control," *Revista científica,* vol. 3, no. 36, 2019.

[15] 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.

[16] 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.

[17] 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.

[18] 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.

[19] 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.

[20] 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.

[21] 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.

[22] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[23] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[24] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[25] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[26] L. Pérez, "Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Tesis doctoral. Universidad de Jaén, 2008.

[27] 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.

[28] 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.

[29] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[30] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words," *Ingenieria y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 7-22, 2015.

[31] 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.

[32] 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.

[33] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[34] Anilema, C. A. M., Ricardo, J. E., & Mosquera, G. A. C. "La desnaturalización del derecho a la libertad de expresión como consecuencia de la conducta de incitación al odio en el ámbito político, en redes sociales, en Ecuador en las elecciones presidenciales en el año 2021". Debate Jurídico Ecuador, vol. 7 núm. 1, pp 17-33, 2024

[35] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[36] Leyva Vázquez, M. Y., Ricardo, J. E., & Smarandache, F. "Enhancing Set-Theoretic Research Methods with Neutrosophic Sets". HyperSoft Set Methods in Engineering, vol. 2 núm. 96, 2024.

[37] Leyva, M., Hernández, R., & Estupiñán, J. "Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica". Universidad Y Sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 262-266, 2021.

[38] Rodríguez, M. D. O., León, C. A. M., Rivera, C. D. N., Cueva, C. M. B. R., & Ricardo, C. J. E. "HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS". Infinite Study, 2019.

[39] Smarandache, F., Ricardo, J. E., Caballero, E. G., Vázquez, M. Y. L., & Hernández, N. B. "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment". Infinite Study, 2020.

[40] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[41] Márquez-Sánchez, F. M. "El sector informal y la evolución histórica de la" pequeña empresa. América latina, en la segunda mitad del Siglo XX." Revista Científica Ecociencia, vol. 1 núm. 1, 2014.

Recibido: Septiembre 20, 2024. Aceptado: Octubre 05, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural

Neutrosophic method for assessing nursing care in the management of subdural hematoma

Dámaris Micaela Ortiz Sánchez[1], Nairovys Gómez Martínez[2], and Elisabeth Germania Vilema Vizuete[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ea.damarismos18@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.nairovysgomez@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.elisabethvilema@uniandes.edu.ec

Resumen. El hematoma subdural agudo es la acumulación de sangre en el espacio subdural debido a una ruptura de los vasos sanguíneos, es el resultado principal de un traumatismo craneoencefálico y se considera el más letal ya que daña las células cerebrales provocando su muerte, por lo que un mejor abordaje en el cuidado enfermero de estos pacientes representa una mejora en su salud y se optimizan los recursos disponibles A partir de esta definición, la investigación tiene como objetivo la implementación un método para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural. Las acciones del personal de enfermería destinadas al paciente con hematoma subdural son ampliamente efectivas ya que permiten un abordaje holístico centrado en satisfacer las necesidades del paciente, especialmente en el aspecto neurológico, mismas que están enfocadas en monitorear el estado de conciencia, proporcionar comodidad y confort físico durante su permanencia hospitalaria, mantener permeabilidad de la vía aérea, entre otras.

Palabras Claves: Variación del pH, Delphi Neutrosófico, evaluar influencia, cuidado Enfermero, manejo del Hematoma, Subdural.

Abstract. Acute subdural hematoma is the accumulation of blood in the subdural space due to a rupture of the blood vessels, it is the main result of a head trauma and is considered the most lethal since it damages the brain cells causing death, so a better approach in the nursing care of these patients represents an improvement in their health and the available resources are optimized. Based on this definition, the research aims to implement a method to evaluate Nursing care in the Management of Subdural Hematoma. The actions of the nursing staff destined for the patient with subdural hematoma are widely effective since they allow a holistic approach focused on satisfying the needs of the patient, especially in the neurological aspect, which are focused on monitoring the state of consciousness, providing comfort and physical comfort during their hospital stay, maintaining airway patency, among others.

Keywords: pH variation, Neutrosophic Delphi, evaluate influence, Nursing care, Hematoma Management, Subdural.

1 Introducción

El hematoma subdural agudo se define como una acumulación de sangre en el espacio subdural, situado entre la duramadre y la aracnoides, capas meníngeas que resguardan el cerebro. Esta condición, frecuentemente consecuencia de la ruptura de vasos sanguíneos, lleva a la formación de un hematoma que puede ser letal debido al rápido incremento de la presión intracraneal (PIC). Este aumento de PIC es capaz de provocar daños severos en los tejidos y células cerebrales, con riesgo de fatalidades. Además de los traumatismos craneoencefálicos, factores como el uso de anticoagulantes, la ruptura de aneurismas o eventos espontáneos también pueden inducir hematomas subdurales agudos, cada uno con implicaciones patológicas que demandan un diagnóstico meticuloso y un manejo clínico adaptado [1], [2], [3].

A nivel global, la incidencia del hematoma subdural agudo (HSDA) oscila entre el 19% y el 29% en individuos que han experimentado contusiones cerebrales, ya sean leves o graves. En contraste, los casos atribuidos a la ruptura de un aneurisma cerebral son relativamente raros, con una tasa de incidencia que varía del 0.5% al 7.9%. Tras un impacto, la pérdida de conciencia en la mayoría de las víctimas suele ser instantánea; sin embargo, aproximadamente un tercio experimenta este síntoma dentro de las primeras horas posteriores al evento. Los adultos

mayores son particularmente susceptibles al HSDA, debido a un mayor riesgo de caídas y a la mayor vulnerabilidad de las venas cerebrales en esta población, lo que resulta en que un tercio de estos hematomas se presente en dicho grupo etario [4], [5], [6, 35].

Consecuentemente, el hematoma subdural agudo (HSDA) es reconocido como una emergencia médica que requiere un tratamiento eficaz debido a su capacidad para provocar disfunciones neurológicas devastadoras. Estas disfunciones tienen una alta tasa de morbimortalidad y el pronóstico varía significativamente, dependiendo de la rapidez con que se realice el diagnóstico y se inicie el tratamiento. Aproximadamente el 3% de todos los hematomas subdurales son de tipo agudo y presentan una etiología diversa. Se sospecha que, en la mayoría de los casos, la principal causa es la vulnerabilidad de las paredes de los vasos sanguíneos. Además, la ruptura de estos vasos puede provocar hemorragias espontáneas, lo que a menudo resulta en daño cerebral permanente o incluso la muerte [7], [8], [9].

Es frecuente en personas de edad avanzada que tienen como antecedente un golpe en la cabeza, su evolución es tan aguda que posterior a la caída se empieza a observar una pérdida progresiva del nivel de conciencia, y a su vez pérdida de la fuerza muscular o hemiparesia. Es decir, que en cuestión de horas o días el paciente puede presentar una situación neurológica grave. Por otro lado, en pacientes con HSDA que no tengan indicios de traumatismo, se incluye aspectos como la rotura de una mala formación vascular o de un aneurisma en el diagnostico etiológico, con la finalidad de comprender la fisiopatología y establecer el tratamiento más adecuado. [10], [11], [12, 36].

Aunque el pronóstico de vida para pacientes con hematoma subdural puede ser favorable con tratamiento oportuno, los pronósticos pueden verse significativamente comprometidos si la presión intracraneal se mantiene elevada durante un período prolongado. Factores de riesgo conocidos pueden incrementar la probabilidad de desarrollar un hematoma, cuyos síntomas tienden a manifestarse gradualmente, incluyendo cambios notorios en el estado de conciencia y desorientación. En ciertos casos, el tratamiento del hematoma subdural agudo requiere intervención quirúrgica para preservar funciones cerebrales vitales y evitar hemorragias espontáneas. Por consiguiente, es crucial que el personal de enfermería, encargado del cuidado directo de estos pacientes, esté bien preparado y continuamente actualizado sobre las complejidades de los problemas neurológicos [12], [13], [14, 35].

Existe una notable discrepancia entre las prácticas basadas en evidencia, recomendadas en la literatura científica, y su aplicación real en los entornos clínicos. Esta brecha se atribuye en parte a la carencia de formación especializada y a la falta de recursos adecuados que permitan a los enfermeros implementar técnicas avanzadas y actualizadas para el manejo del hematoma subdural. Además, la evaluación de la efectividad de las intervenciones de enfermería en la mejora de los resultados clínicos de estos pacientes aún es deficiente. Existe una urgencia palpable por realizar investigaciones que vinculen directamente las prácticas de cuidado enfermero con los desenlaces en la salud del paciente, como la reducción de la mortalidad, la mejora en la recuperación neurológica y la disminución de complicaciones postoperatorias. Estos estudios son cruciales para proporcionar una base sólida que permita optimizar y estandarizar el cuidado en esta área crítica.

Por lo antes mencionado es importante plantear como problema científico la existencia de una variabilidad considerable en las prácticas de cuidado a nivel global, y la evidencia sobre las intervenciones más efectivas es a menudo dispersa o inconclusa

2 Materiales y métodos

La presente sección define la estructura y funcionamiento del método para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural. Se realizó un estudio analítico-experimental con el objeto de recolectar muestras de saliva de Streptococcus Mutans. La población objetivo fue alrededor de 84 estudiantes de la carrera de Odontología de Uniandes Ambato. Este estudio piloto tuvo como muestra 30 estudiantes estudiantes del tercer semestre de Odontología de la Universidad Regional Autónoma de los Andes.

Para el trabajo con DELPHI se definen dimensiones y sus indicadores que conforman el sustrato para elaborar los criterios que permitieron contrastar la efectividad de la propuesta de solución al problema investigativo que se presentó a los expertos seleccionados.

Para modelar la incertidumbre se utilizaron los conjuntos neutrosóficos. Los Conjuntos Neutrosóficos son una generalización de un conjunto borroso (espacialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F) y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F , [15, 34], [16-18].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependientes de muchos parámetros desconocidos o conocidos [19], [20], [21, 35].

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos neutrosóficos de valor único [22] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten

el empleo de variables lingüísticas[23, 37], lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso.Un SVNS A sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (1)$$

Donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) : \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

El método Delphi es una técnica de recogida y procesamiento de información, que consiente obtener la valoración de un grupo de expertos a través de la consulta. Esta técnica, de carácter cualitativo, es recomendable cuando es necesario, recoger opiniones especializadas consensuadas y representativas de un colectivo de individuos de alta especialización, constituyendo un importante referente de validación teórica de las propuestas interventivas [24, 34], [25, 26].

Para la selección de expertos en esta investigación se contactaron un total de 9 expertos, seleccionando docentes de la carrera de Odontología de Uniandes Ambato, se les pidió que respondieran un Test de conocimiento, a lo que accedieron amablemente todos los expertos convocados [27-30]. Con esta técnica se evaluaron los siguientes elementos cognitivos para la determinación de sus competencias sobre el tema que serían consultados [31, 32, 40]:

- Kc: Nivel de Información relevante y conocimiento que sobre el tema que tienen los expertos**.**
- Ka**:** Coeficiente de argumentación de los expertos a partir del análisis crítico sobre el tema
- K: Determinación del coeficiente de competencia de los expertos consultados**,** utilizando la fórmula, según la metodología del método DELPHI donde K= 0,5 x (Kc+Ka)

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados.

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

3 Aplicación del método delphi neutrosófico para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural

En el proceso de determinación del nivel de información de cada experto (Kc) y los niveles de argumentación sobre el objeto de la investigación, se determinó sus competencias con el siguiente resultado.

La tabla 2 recoge los resultados obtenidos en el proceso de selección de expertos y describe el reconocimiento del coeficiente de conocimientos o de información.

Tabla 2: Resultados obtenidos en el proceso de selección de expertos.

EXPERTOS	Kc.	Ka.	K.	VALORACIÓN
1	(0.70,0.25,0.30)	(1,0,0)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
2	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
3	(1,0,0)	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	Extremadamente alto(EB)
4	**(0.50,0.50,0.50)**	**(0.40,0.65,0.60)**	**(0.45,0.65,0.60)**	**Bajo(B)**
5	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
6	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)

EXPERTOS	Kc.	Ka.	K.	VALORACIÓN
7	(0.55,0.50,0.50)	(0.45,0.65,0.60)	(0.50,0.65,0.60)	Bajo(B)
8	(1,0,0)	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	Extremadamente alto(EB)
9	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
TOTAL				**ALTO**

La tabla 3 muestra la codificación de los valores de competencia de los expertos en para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural.

Tabla 3: Resultados obtenidos codificación de los valores de competencia de los expertos.

DESDE	VALOR	HASTA	COMPETENCIA
0.8 <	**K**	**≤ 1.0**	**ALTO**
0.5 <	**K**	**≤ 0.8**	**MEDIO**
	K	**≤ 0.5**	**BAJO**

Como resultado se decidió la selección de los 7 expertos con niveles de competencias ALTO. Los expertos seleccionados realizaron una evaluación de la propuesta de indicadores para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural.

Para la validación de la propuesta se establecieron 4 indicadores de la propuesta, los cuales fueron revisados y evaluados minuciosamente por los expertos.

La tabla 4 muestra las dimensiones para la variable "para evaluar el cuidado Enfermero en el Manejo del Hematoma Subdural" que fueron determinadas por los autores, a partir de sus características y propiedades de mayor relevancia, para conformar los indicadores, estructurando la siguiente propuesta.

Tabla 4: Determinada los indicadores.

Criterio	Indicadores
1	Evaluación neurológica continua
2	Manejo del dolor y control de síntomas
3	Prevención de complicaciones postoperatorias
4	Educación al paciente y familia

Las tablas siguientes muestran los resultados del procesamiento de las respuestas en la consulta a los expertos sobre para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural.

Tabla 5: Resultados obtenidos de frecuencia absoluta.

Indica-dores	*MUY ADE-CUADO*	*BASTANTE ADECUADO*	*ADECUADO*	*POCO ADE-CUADO*	*NO ADE-CUADO*	TOTAL
C1	7	0	0	0	0	7
C2	5	1	1	0	0	7
C3	6	1	0	0	0	7
C4	6	1	0	0	0	7

Tabla 6: Resultados obtenidos de frecuencia acumulada sumativa.

Indicadores	ÍTEMS	*MUY ADE-CUADO*	*BASTANTE ADECUADO*	*ADECUADO*	*POCO ADE-CUADO*	*NO ADE-CUADO*
C1	**1**	(1,0,0)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)
C2	**2**	(0.7,0.25,0.30)	(0.10,0.90,0.90)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)
C3	**3**	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.10,0.90,0.90)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)
C4	**4**	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.10,0.90,0.90)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)

Tabla 7: Resultados obtenidos de frecuencia acumulativa sumativa relativa.

Indicadores	*MUY ADE-CUADO*	*BASTANTE ADECUADO*	*ADECUADO*	*POCO ADE-CUADO*
C1	1	0	0	0
C2	0.7	0.3	0	0
C3	0.9	0.1	0	0
C4	0.9	0.1	0	0

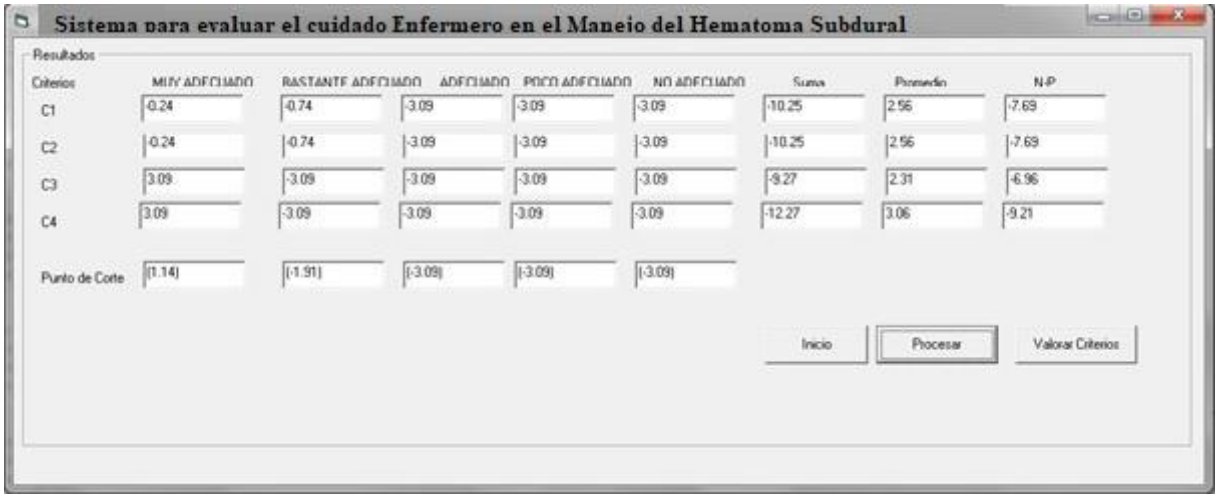


Figura 1: Resultados obtenidos para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural.

La tabla muestra la valoración de los criterios de los expertos por ítems sobre validación de los indicadores para evaluar el cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural.

Tabla 8: Resultados obtenidos de valoración de los criterios de los expertos por ítems sobre validación.

ÍTEMS	VALOR DEL PASO N-P	*CATEGORÍA*
1	-0,696	Bastante Adecuado
2	-0,769	Bastante Adecuado
3	-0,921	Bastante Adecuado
4	-0,769	Bastante Adecuado

3.1 Discusión

Con relación a los documentos previamente analizados acerca de los cuidados de enfermería en pacientes con hematoma subdural, cada uno de los autores citados presenta diagnósticos e intervenciones similares que son aplicables en este tipo de pacientes. Teniendo en cuenta que la percepción e ideología es distinta, el tener cuidados estandarizados favorece la labor del personal enfermero mantenido un trabajo multidisciplinario acorde al diagnóstico y necesidades del paciente. [41]

Gran parte de la evidencia concuerda con los cuidados aplicados en el Hematoma subdural lo que resulta esencial para la implementación clínica. Tanto Ramos [3] como Cruz et al [3], implementan el uso de las taxonomías NANDA, NIC y NOC, como parte del lenguaje universal del actuar enfermero ya que se consideran herramientas útiles que brindan mayor consistencia y fundamento al proceso de atención de enfermería y por ende a las intervenciones ya estandarizadas son ampliamente aceptables.

Sin embargo, Miralbes, et al [3] e Inga [3], centran sus diagnósticos en función a la valoración del paciente según las 14 necesidades de Virginia Henderson, no obstante, los diagnósticos e intervenciones fueron similares. Por otra parte, Patín [3] y Domínguez [3], aplican los patrones de Marjorie Gordon como guía para obtener los patrones alterados en función a los problemas que presenta el paciente y de esa forma consolidar los distintos

diagnósticos prioritarios. La aplicación de los cuidados obtenidos en ambos casos se observa una mejoría en el estado de salud del paciente.

De manera general, se trata al paciente con hematoma subdural producto de un traumatismo craneoencefálico lo que causa mayor inestabilidad en el estado de salud del afectado, por lo que la inquietud del equipo multidisciplinario de salud se centra en mejorar su condición y disminuir el impacto de la afectación lo que interfiere con el estilo y calidad de vida que mantenía previo a su condición actual.

Dentro de la condición física afectada se mencionan varios diagnósticos que generan inestabilidad entre los cuales se indica: el patrón respiratorio ineficaz, deterioro en el intercambio de gases; lo que favorece al deterioro de la movilidad física. Además, Rodríguez [3] agrega la limpieza ineficaz de las vías aéreas y riesgo de aspiración como cuidados que ayudan al riesgo de infección. Es por ello que son considerados como las principales acciones que se deben aplicar en pacientes con hematoma subdural producto de un traumatismo craneoencefálico.

Otro punto importante encontrado es la percepción del dolor agudo puesto que un manejo adecuado puede reestablecer la independencia total o parcial del paciente, lo que indica que un control de este es esencial debido a que se proporciona una mejor comodidad. Fundamento con el que concuerda Couto et al [33], quienes agregan que para una valoración de la intensidad del dolor se debe aplicar instrumentos apropiados como la Escala Visual Análoga, así como la administración de analgésicos. [38, 39]

Otros diagnósticos mencionados en los documentos seleccionados fueron déficit del volumen de líquidos, riesgo de glucemia inestable, hipertermia también poseen características esenciales que deben ser valoradas durante la realización del examen físico de manera espacial la termorregulación ya que, en ciertos casos, cuando la lesión es aguda puede afectar el hipotálamo considerado como el centro termorregulador del cuerpo humano, por lo que el alza térmica tiene una alta incidencia. [34, 35, 41]

Por lo expuesto en este apartado, las acciones o intervenciones del personal enfermero para con el paciente son ampliamente efectivas ya que permiten un abordaje holístico enfocado en satisfacer cada una de las necesidades afectadas. De esta forma se garantiza una atención integral que favorezca a una recuperación pronta conservando y mejorando la calidad de vida de cada individuo.

Conclusión

Mediante la implementación de criterio de experto a partir del método Delphi Neutrosófico fue posible determinar la evaluación del cuidado enfermero en el manejo del Hematoma Subdural. Conforme a los resultados en torno al cuidado enfermero en pacientes con hematoma subdural, se ha podido evidenciar que la aplicación de intervenciones o cuidados de enfermería son ejecutados de manera adecuada conforme al proceso de atención de enfermería, procedimiento considerado óptimo y que facilita la observación, valoración, planificación, ejecución y evaluación de los cuidados aplicados a dichos pacientes, lo que permite un manejo específico de la condición actual.

El papel fundamental del personal enfermero para la atención del paciente con hematoma subdural es importante, ya que el personal de enfermería debe ejecutar un plan de atención estandarizado que pueda ser adaptado al estado de salud del paciente, independiente del modelo o teoría en el que se fundamente su valoración, pues el resultado y cuidados a aplicar permiten un cuidado continuo integral de calidad.

Referencias

[1] K. K. Igbokwe, O. M. Ayogu, D. E. Onobun, E. A. Essiet, and U. C. Ugwuanyi, "The outcomes of traumatic acute subdural hematoma in a tertiary center in Abuja, Nigeria," *Cureus,* vol. 13, no. 11, 2021.

[2] O. McCook, A. Scheuerle, N. Denoix, T. Kapapa, P. Radermacher, and T. Merz, "Localization of the hydrogen sulfide and oxytocin systems at the depth of the sulci in a porcine model of acute subdural hematoma," *Neural Regeneration Research,* vol. 16, no. 12, pp. 2376-2382, 2021.

[3] D. M. Ortiz Sánchez, "Sistematización del cuidado enfermero en pacientes con hematoma subdural. Una revisión bibliográfica," 2024.

[4] A. J. Witten, J. D. Ordaz, V. J. Alentado, and B. Bohnstedt, "Intracranial vasospasm after evacuation of acute spontaneous subdural hematoma," *Cureus,* vol. 13, no. 5, 2021.

[5] T. J. Bates, P. Lee, T. M. Ellison, J. S. Ahuero, and M. R. Schmitz, "Acute subdural hematoma in an elite-level rugby union player," *Trauma Case Reports,* vol. 26, pp. 100295, 2020.

[6] J. Li, C. Chen, and P. Zhou, "Dural arteriovenous fistula with isolated acute subdural hematoma," *Asian journal of surgery,* vol. 45, no. 9, pp. 1730-1731, 2022.

[7] O. S. Akbik, R. Starling, R. Green, Y. Zhu, and J. Lewis, "Delayed surgical intervention in acute subdural hematoma," *Cureus,* vol. 12, no. 11, 2020.

[8] T. Miyauchi, I. Saga, and A. Kojima, "Acute Subdural Hematoma Complicating Heparin-induced Thrombocytopenia: A Case Report," *NMC Case Report Journal,* vol. 8, no. 1, pp. 799-803, 2021.

[9] J. W. Nam, E. S. Park, J. B. Park, J. H. Seo, M. Kim, and N. Y. Jung, "Benign meningioma manifesting with acute subdural hematoma and cerebral edema: a case report and review of the literature," *Journal of Medical Case Reports,* vol. 15, pp. 1-6, 2021.

[10] S. Singh, P. Sameer, D. Paul, D. Dwivedi, and V. Marwah, "Contralateral acute extradural hematoma following decompressive craniectomy for subdural hematoma evacuation: a rare complication and a short literature review," *Neurology India,* vol. 70, no. 3, pp. 1230-1231, 2022.

[11] S.-Y. Won, D. Dubinski, T. Freiman, V. Seifert, F. Gessler, A. Strzelczyk, and J. Konczalla, "Acute-on-chronic subdural hematoma: a new entity for prophylactic anti-epileptic treatment?," *European journal of trauma and emergency surgery*, pp. 1-10, 2020.

[12] D. Babici, P. Sharma, J. DeGregorio, B. Snelling, and K. Hanafy, "Acute subdural hematoma due to acute myeloid leukemia and B-cell lymphoma," *Eneurologicalsci,* vol. 29, pp. 100425, 2022.

[13] H. Yokota, S. Miyamae, and T. Yonezawa, "Downward Migration of Cranial Acute Subdural Hematoma," *Neurology India,* vol. 70, no. 4, pp. 1764-1765, 2022.

[14] D. B. Chicaiza, "Tratamiento quirúrgio de hematoma subdural crónico secundario a traumatismo craneoencefálico," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 3, no. 1, pp. 25-34, 2022.

[15] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realităţii neconvenţionale*: Infinite Study, 2012.

[16] 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.

[17] 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.

[18] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[19] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[20] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[21] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[22] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[23] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[24] N. B. Hernández, N. V. Izquierdo, M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique*: Infinite Study, 2018.

[25] 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.

[26] 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.

[27] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[28] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[29] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[30] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[31] 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.

[32] 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.

[33] S. C. Couto, and A. P. G. A. Sapeta, "INTERVENÇÕES DE ENFERMAGEM À PESSOA COM HEMATOMA SUBDURAL RESULTANTE DE TRAUMATISMO CRÂNIO-ENCEFÁLICO: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA," *Revista Ibero-Americana de Saúde e Envelhecimento,* vol. 8, no. 1, pp. 56-72, 2022.

[34] Anilema, C. A. M., Ricardo, J. E., & Mosquera, G. A. C. "La desnaturalización del derecho a la libertad de expresión como consecuencia de la conducta de incitación al odio en el ámbito político, en redes sociales, en Ecuador en las elecciones presidenciales en el año 2021". Debate Jurídico Ecuador, vol. 7 núm. 1, pp 17-33, 2024

[35] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[36] Leyva Vázquez, M. Y., Ricardo, J. E., & Smarandache, F. "Enhancing Set-Theoretic Research Methods with Neutrosophic Sets". HyperSoft Set Methods in Engineering, vol. 2 núm. 96, 2024.

[37] Leyva, M., Hernández, R., & Estupiñán, J. "Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica". Universidad Y Sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 262-266, 2021.

[38] Rodríguez, M. D. O., León, C. A. M., Rivera, C. D. N., Cueva, C. M. B. R., & Ricardo, C. J. E. "HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS". Infinite Study, 2019.

[39] Smarandache, F., Ricardo, J. E., Caballero, E. G., Vázquez, M. Y. L., & Hernández, N. B. "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment". Infinite Study, 2020.

[40] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[41] Márquez-Sánchez, F. M. "El sector informal y la evolución histórica de la" pequeña empresa. América latina, en la segunda mitad del Siglo XX." Revista Científica Ecociencia, vol. 1 núm. 1, 2014.

Recibido: Septiembre 21, 2023. Aceptado: xOctubre 06, 2023

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Modelo de agregación para evaluar las técnicas de cepillado de Bass y Fones utilizadas en pacientes parcialmente edéntulos

Aggregation model to evaluate the Bass and Fones brushing techniques used in partially edentulous patients

Adriana María García Novillo[1], Luis Darío Pérez Villalba[2], and Cristian Mateo Tenorio Fernández[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.adrianagn44@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.darioperez@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; cristiantf43@uniandes.edu.ec

Resumen. En Ecuador las personas que son portadoras de prótesis, se le indica la técnica de higienización correcta, lo que no siempre es receptada por los pacientes es por ello por lo que se debe fomentar el conocimiento en técnicas de cepillado. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un modelo de agregación para medir la influencia de las técnicas de cepillado de Bass y Fones en pacientes parcialmente edéntulos, así como determinar su eficacia y aceptabilidad para mejorar la calidad de vida de esta población vulnerable. A través de la implementación del método neutrosófico propuesto, se concluyó que la técnica de Bass resulta ser más efectiva para el control de placa y cálculo dental en comparación con la técnica de Fones. Los resultados revelaron que la técnica de cepillado de Bass logra una significativa reducción en la acumulación de placa, siendo más eficaz en el corto plazo, mientras que la técnica de Fones es esencial para el cuidado de las superficies vestibulares. Aunque la técnica de Fones ofrece un método efectivo para la higiene bucal, se plantearon interrogantes respecto a su aplicabilidad y eficacia en diversas áreas de la dentadura. Como conclusión, se reafirmó la importancia de aplicar técnicas de cepillado dental adecuadas para mantener una buena salud bucal, previniendo enfermedades, conservando dientes y mejorando la estética. La técnica de Bass se destacó como la opción más beneficiosa para la higiene bucal de pacientes parcialmente edéntulos, subrayando la necesidad de educar a esta población en su correcta aplicación para optimizar los resultados de su higiene dental.

Palabras Claves: modelo neutrosófico, agregación, técnica de cepillado, limpieza bucal.

Abstract. In Ecuador, people who wear dentures are instructed on the correct hygiene technique, which is not always accepted by patients, which is why knowledge of brushing techniques should be promoted. The objective of this research was to develop an aggregation model to measure the influence of the Bass and Fones brushing techniques in partially edentulous patients, as well as to determine their effectiveness and acceptability in improving the quality of life of this vulnerable population. Through the implementation of the proposed neutrosophic method, it was concluded that the Bass technique is more effective for the control of plaque and dental calculus compared to the Fones technique. The results revealed that the Bass brushing technique achieves a significant reduction in plaque accumulation, being more effective in the short term, while the Fones technique is essential for the care of vestibular surfaces. Although the Fones technique offers an effective method for oral hygiene, questions were raised regarding its applicability and effectiveness in various areas of the teeth. In conclusion, the importance of applying appropriate tooth brushing techniques to maintain good oral health, preventing disease, preserving teeth, and improving aesthetics was reaffirmed. The Bass technique was highlighted as the most beneficial option for oral hygiene in partially edentulous patients, underlining the need to educate this population in its correct application to optimize the results of their dental hygiene.

Keywords: neutrosophic model, aggregation, brushing technique, oral hygiene.

1 Introducción

Los pacientes edéntulos parciales o totales que utilizan prótesis dentales deben retirar sus dispositivos para sumergirlos en agua con pastillas limpiadoras, durante intervalos de 15 a 20 minutos [1, 2]. Después de retirarlas de la cavidad bucal, es importante cepillarlas y enjuagarlas con agua, luego secarlas y proceder a su uso normal. Este proceso contribuye a un adecuado cuidado de las prótesis, garantizando su correcta higiene [3].

El cepillado de las prótesis debe realizarse siguiendo los movimientos adecuados según la técnica de Bass, con movimientos suaves que eliminen los restos de comida sin dañar las encías [3, 45]. Además, se recomienda cepillarse los dientes al menos dos minutos, dos veces al día, utilizando pasta dental. En cuanto a la higiene interdental, es aconsejable usar hilo dental o cepillos interdentales, ajustando las recomendaciones de higiene bucal y dieta conforme al nivel de riesgo de desarrollar caries o enfermedades periodontales en los dientes naturales remanentes [4, 5].

Las prótesis dentales son dispositivos personalizables elaborados por odontólogos o técnicos dentales, diseñados para reemplazar las estructuras faltantes de la cavidad oral, tanto de los tejidos duros como blandos. Generalmente, estas prótesis tienen una base de acrílico y dientes postizos (6). Las bases de las prótesis pueden fabricarse a partir de diferentes materiales, como el acrílico (polimetilmetacrilato [PMMA]), aleaciones metálicas (cobalto-cromo) y polímeros, como las resinas termoplásticas a base de nailon, poliéter éter cetona y polímero de arilo cetona. El PMMA curado por calor es el material más comúnmente utilizado debido a su costo y facilidad de fabricación [6, 46].

La condición física del paciente es un factor determinante para mantener una buena salud bucal. Existen varias opciones para la desinfección de las prótesis dentales, como el cepillado (un método mecánico), el ultrasonido y los agentes químicos. La combinación de estos métodos ha demostrado ser la forma más eficaz para reducir el biofilm y las colonias de microorganismos presentes en la superficie de las prótesis [7]. Sin embargo, estudios han demostrado que el cepillado es la práctica de higiene más común entre los usuarios de dentaduras, aunque muchos no siguen las recomendaciones en cuanto a frecuencia, momento y técnica del cepillado [8, 47].

El cuidado adecuado de las prótesis parciales o completas es crucial para asegurar su longevidad y evitar complicaciones que puedan afectar la salud bucal del paciente [9]. Una higiene bucal deficiente puede derivar en diversos problemas dentales y sistémicos, como caries y enfermedades periodontales, e incluso complicaciones cardiovasculares y respiratorias. La acumulación de placa bacteriana y tártaro en los dientes, si no se trata adecuadamente, puede provocar la pérdida de soporte óseo y la eventual pérdida de los dientes [10, 44]. Los dientes postizos, que pueden fabricarse de diferentes materiales como acrílico, resina compuesta o porcelana, ofrecen superficies más lisas. Sin embargo, la placa puede acumularse alrededor de la interfaz entre el diente postizo y la encía, lo que representa un desafío en la higiene de las prótesis dentales [11, 43].

En relación con la técnica de Fones, se sabe que su correcto uso implica colocar el cabezal del cepillo en dirección oblicua hacia el ápice, de modo que los filamentos formen un ángulo de 90 grados tanto en el margen gingival como en el diente. La cavidad bucal se divide en seis partes iguales y se realizan diez movimientos rotatorios en cada sector. Para las superficies oclusales, se debe abrir la boca y efectuar movimientos de vaivén y circulares. En las caras linguopalatinas, el cabezal se coloca en posición vertical y se realizan pequeños movimientos rotatorios [12, 48].

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo de agregación para evaluar las técnicas de cepillado de Bass y Fones utilizadas en pacientes parcialmente edéntulos, y determinar la técnica más adecuada para estos casos específicos.

2 Materiales y métodos

La presente sección describe el modelo de agregación para evaluar las técnicas de cepillado de Bass y Fones utilizadas en pacientes parcialmente edéntulos. Problemas de esta naturaleza han sido tratados en la literatura científica como problemas de toma de decisiones multicriterio donde:

Existe un conjunto de criterios

$C = \{C_1, \dots C_n\}, n \geq 2$;

que representan los atributos o características a tener en cuenta para evaluar las técnicas de cepillado utilizadas en pacientes parcialmente edéntulos, para satisfacer las demandas de las alternativas,

$A = \{A_1, \dots A_k\}, k \geq 2$; en las que se aplica un método de inferencia para la priorización de la atención a las alternativas.

El modelo está compuesto por estructura, componentes, cualidades y principios con el objetivo de modelar la problemática existente [13-16]. El modelo basa su funcionamiento a partir de la modelación mediante la lógica neutrosófica para evaluar las técnicas de cepillado adecuadas en pacientes parcialmente edéntulos, mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico [17-19].

El modelo posee una estructura abierta a partir de lo cual todas las informaciones son posibles gestionar [20-22]. Se diseñó a partir de componentes que rigen el flujo de trabajo. Presentan un conjunto de cualidades que garantizan la integración flexible de los principales componentes [23, 24, 49]. Sustenta la propuesta sobre un conjunto de principios como la neutralidad, el procesamiento de la inferencia mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) y una autonomía propia que facilita el resultado de la toma de decisiones sobre una inferencia propia [25-27] .

El modelo se ha diseñado mediante cinco componentes fundamentales a través de cuyo funcionamiento se garantiza su consistencia, representado por[28]:

Flujo de trabajo: el flujo de trabajo está compuesto por cinco componentes. A continuación se presenta una breve descripción de cada una de ellos, y posteriormente se realiza una descripción detallada:

Componente 1: Identificar los indicadores para evaluar las técnicas de cepillado adecuadas en pacientes parcialmente edéntulos: esta actividad se realiza al inicio del proceso. Los indicadores son obtenidos mediante la consulta a expertos.

Componente 2: Obtener y agregar los mapas cognitivos neutrosóficos: permite realizar una representación del conocimiento causal del grupo de expertos que interviene en el proceso sobre las intercepciones que poseen cada ruta y el conjunto de atributos que las caracteriza. Representa las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [29, 30, 44].

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es formalizada como [31], [32, 54]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$. Una evaluación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{1}$$

Los Mapas Cognitivos Neutrosóficos son una técnica que permiten representar las relaciones causales de diferentes conceptos, empleando valores difusos en un intervalo de [-1,1]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [33, 34, 43].

Los nodo representan un concepto causal, esta característica hace que la representación sea flexible para visualizar el conocimiento humano [35, 36, 44].

En los MCN es posible modelar tres relaciones causales entre los conceptos [37, 50]:

• $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos $C_j\, y\, C_i$. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i.

• $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos $C_j\ y\ C_i$. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i.

• $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos $C_j\ y\ C_i$.

Componente 3 Realizar el análisis estático: mediante el análisis estático se identifican los principales elementos que caracterizan los nodos que representan a cada indicador de la evaluación de la técnica de cepillado más adecuada. Para cuantificar el grado de incertidumbre se emplea las etiquetas lingüísticas definidas en las tabla 1.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [38].

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)

El análisis estático permite obtener la centralidad conceptual causal de los Mapas Cognitivos Neutrosóficos, se obtiene a partir de las relaciones expresadas en la matriz de adyacencia. Los parámetros modelados son grado de salida *od*, grado de entrada *id* y la centralidad C [39], [40, 55]. Mediante las ecuaciones (2, 3, 4) se obtienen los parámetros modelados.

Grado de salida obtenido mediante la ecuación 2.

$$od_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ij} \right\| \tag{2}$$

Grado de entrada obtenido mediante la ecuación 3.

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{3}$$

Centralidad obtenido mediante la ecuación 4.

$$C_i = od_i + id_i \tag{4}$$

Componente 4 Procesar inferencia: a partir del análisis de los indicadores en los casos de estudios, se establecen las preferencias y se procesan mediante el funcionamiento de MCN.

Componente 5 Evaluar y generación de recomendaciones: la fase de recomendaciones consiste en, a partir del procesamiento previo realizado, establecer un ordenamiento de las alternativas y presentar el conjunto de recomendaciones sobre la técnica de cepillado. A partir de lo cual se realiza el proceso de simulación de escenarios, los nuevos valores de las intercepciones expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calcula de acuerdo a la ecuación 5 de la siguiente manera [41, 51]:

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{5}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto Ci en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto Cj en el paso k de la simulación,

Wji: es el peso de la conexión que va del concepto Cj al concepto Ci y f (x) es la función de activación [42].

3 Resultados y discusión

La presente sección describe la implementación del modelo de agregación para evaluar las técnicas de cepillado de Bass y Fones utilizadas en pacientes parcialmente edéntulos. Se demuestra la aplicación en un grupo de 9 pacientes que accedieron a participar en este estudio. Para generalizar el modelo propuesto, se presenta un ejemplo ilustrativo que denota el grado de utilidad.

Componente 1: Identificar los indicadores para evaluar las técnicas de cepillado adecuadas en pacientes parcialmente edéntulos. A partir de la información obtenida de los expertos se obtiene los indicadores evaluativos. La Tabla 2 muestra un conjunto de nodos utilizados para la demostración. El ejemplo es sintetizado para mejorar la comprensión de los lectores.

Tabla 2. Indicadores evaluativos.

Nodo	Indicadores
C_1	Eficacia en la eliminación de placa dental: Evaluar la cantidad de placa bacteriana removida en los dientes naturales remanentes y en las prótesis dentales después de aplicar cada técnica de cepillado.
C_2	Facilidad de uso y comprensión: Determinar cuál de las dos técnicas es más fácil de aprender y realizar correctamente por parte de los pacientes, considerando su capacidad de seguir las instrucciones.
C_3	Impacto en la salud gingival: Medir la reducción de la inflamación o sangrado de las encías en los dientes naturales remanentes antes y después del uso de cada técnica.
C_4	Confort y tolerancia: Evaluar el nivel de comodidad que experimentan los pacientes al realizar cada técnica, así como la duración de la sesión de cepillado.
C_5	Tiempo de cepillado: Comparar el tiempo requerido para realizar un cepillado completo con cada técnica, asegurándose de que el tiempo sea adecuado para una limpieza efectiva.
C_6	Prevención de la acumulación de biofilm y tártaro: Observar cuál de las dos técnicas ayuda mejor a prevenir la acumulación de biofilm y tártaro en los dientes naturales y en las prótesis.
C_7	Impacto en la durabilidad de las prótesis dentales: Evaluar si alguna de las técnicas causa desgaste excesivo o daño en las prótesis dentales, como rayaduras o desgaste prematuro.
C_8	Facilidad para alcanzar áreas difíciles: Determinar cuál de las técnicas es más efectiva para limpiar áreas de difícil acceso, como los márgenes gingivales y las superficies de contacto entre los dientes y las prótesis.

Nodo	Indicadores
C_9	Satisfacción del paciente: Recoger las opiniones y nivel de satisfacción de los pacientes en cuanto a la técnica de cepillado utilizada, en términos de facilidad, efectividad y comodidad.

Componente 2: Obtener y agregar los mapas cognitivos neutrosóficos.

Para el proceso de agregación de los mapas cognitivos neutrosóficos se parte de la relación que poseen las intercepciones presentadas en la Tabla 2, donde intervinieron 9 nodos, a partir de los cuales se obtuvo el MCN resultante. La Tabla 3 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso sobre la cual se genera el MCN.

Tabla 3. Matriz de adyacencia resultante.

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
C_1	[0,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.60,0.35, 0.40]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_2	[0.9, 0.1, 0.1]	[0,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0,0,0]	[0.8,0,15,0. 20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.70,0.25, 0.30]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_3	[0.60,0.35,0 .40]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0,0,0]	[0.60,0.35,0 .40]	[0.60,0.35, 0.40]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0. 20]	[0.70,0.25, 0.30]	[1,0,0]
C_4	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.60,0.35, 0.40]	[0,0,0]	[0,0,0]	[0.8,0,15,0. 20]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0. 20]	[0.8,0,15,0 .20]
C_5	[0,0,0]	[0,0,0]	[0.60,0.35, 0.40]	[1,0,0]	[0,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.70,0.25,0 .30]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]
C_6	[0.8,0,15,0. 20]	[0.8,0,15,0 .20]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0. 20]	[1,0,0]	[0,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0. 20]	[0.8,0,15,0 .20]
C_7	[0.70,0.25,0 .30]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0. 20]	[0.70,0.25,0 .30]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_8	[0.70,0.25,0 .30]	[0.8,0,15,0 .20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0. 20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0. 20]	[0,0,0]	[0.8,0,15,0 .20]
C_9	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0. 20]	[0.8,0,15,0. 20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.70,0.25, 0.30]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0,0,0]

Componente 4: Procesar inferencia.

Teniendo en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia Tabla 3, aplicando la función (2), (3) Se realiza el análisis del comportamiento de los casos analizados y se sintetizan los resultados del comportamiento estático sobre los criterios valorativos tal como muestra la Tabla 4. A partir del comportamiento de los indicadores en los casos nueve casos de estudio, se obtiene una evaluación global de los casos que representan las alternativas del modelo.

Tabla 4. Comportamiento estático

Indicadores	*id*	*od*
C_1	[0.71,0.25,0.30]	[0.62,0.35,0.40]
C_2	[0.66,0.35,0.40]	[0.68,0.35,0.40]
C_3	[0.67,0.35,0.40]	[0.66,0.35,0.40]
C_4	[0.64,0.35,0.40]	[0.74,0.25,0.30]
C_5	[0.56,0.50,0.50]	[0.46,0.65,0.60]
C_6	[0.76,0.25,0.30]	[0.77,0.25,0.30]
C_7	[0.76,0.25,0.30]	[0.77,0.25,0.30]
C_8	[0.76,0.25,0.30]	[0.77,0.25,0.30]
C_9	[0.76,0.25,0.30]	[0.74,0.25,0.30]

En la figura 1 se muestra el componente para procesar la inferencia de una alternativa.

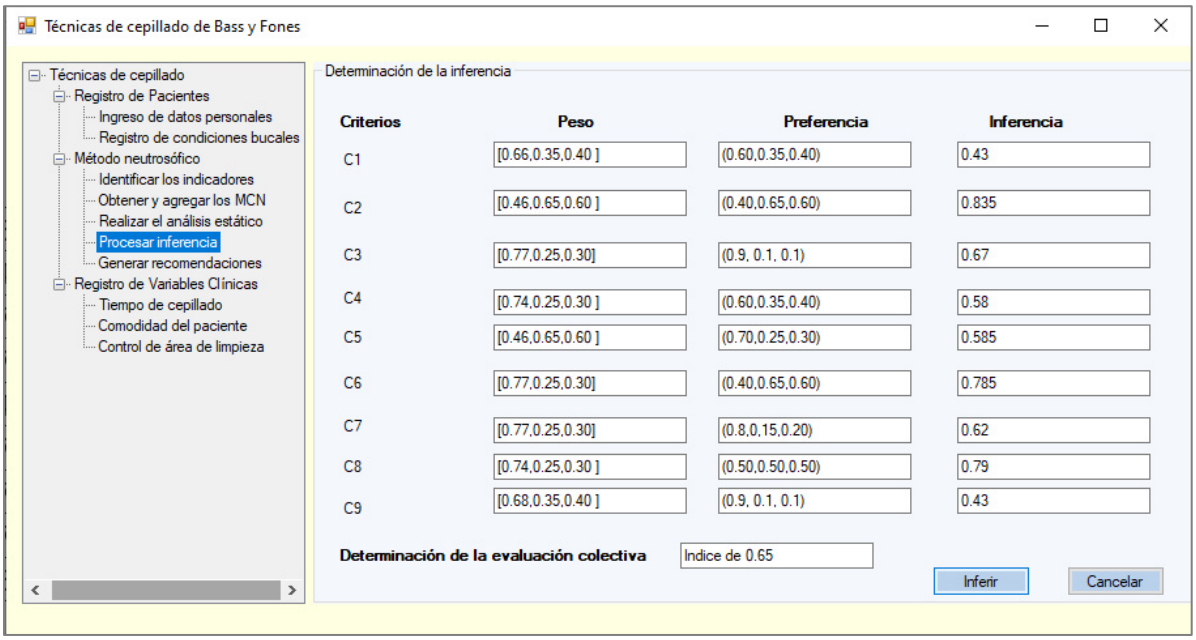


Figura 1. Procesamiento de la inferencia para una alternativa.

Componente 5: Evaluación y generar recomendaciones.

La generación de recomendaciones parte de la evaluación realizada a partir del procesamiento realizado en el análisis estático como resultado a partir de la función de preferencia referida en la ecuación 5, con los vectores de pesos obtenidos mediante el grado de salida *od* normalizado de la Tabla 4, dando como resultado el vector de activación inicial.

La Tabla 5 muestra los resultados de la evaluación para los 9 casos de estudio con mayor incidencia según los indicadores evaluativos.

Tabla 5: Resultado del procesamiento de las evaluaciones para las 9 alternativas objeto de estudio.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9
0.75	0.82	0.85	0.65	0.92	0.82	0.80	0.64	0.75

Por lo tanto a partir del análisis de los resultados se realiza el proceso de ordenamiento de alternativas. La expresión 6 muestra el resultado del ordenamiento realizado.

$$\{a_{54}, a_{40}, a_{20}, a_{72}, a_{98}, a_{98}, a_{12}, a_{106}, a_{102}\} \quad (6)$$

El ordenamiento permite realizar la recomendación de las técnicas de cepillado adecuadas en pacientes parcialmente edéntulos. Estableciendo la respuesta del modelo como primera recomendación (a_5) que se corresponden con la situación de mayor preferencia por lo que resulta necesario atender como prioridad y posteriormente (a_6) como segundo nivel de atención.

Las alternativas seleccionadas representan los casos más evidentes donde la técnica de cepillado ha sido fundamental. Para estos casos, se empleó la técnica de Bass.

4 Discusión

El desarrollo del Modelo de Agregación para evaluar las técnicas de cepillado de Bass y Fones en pacientes parcialmente edéntulos ha permitido observar y comparar la efectividad de ambas técnicas en términos de limpieza dental, salud gingival y comodidad del paciente. El uso de un sistema informático para procesar los datos ha facilitado la inferencia y ha proporcionado una evaluación más objetiva y precisa de los resultados obtenidos con cada técnica. El análisis ha revelado que la técnica de Bass se presenta como la más adecuada en este contexto específico.

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio es que los pacientes que utilizaron la técnica de Bass mostraron

una mayor eficacia en la eliminación de placa bacteriana, especialmente en las áreas de difícil acceso, como los márgenes gingivales y las superficies interdentales. Esta técnica, que combina movimientos vibratorios y barridos suaves, ha demostrado ser altamente efectiva para prevenir la acumulación de sarro y mejorar la salud gingival. Los pacientes que utilizaron la técnica de Bass evidenciaron una reducción significativa en la inflamación de las encías y en los signos de gingivitis, lo cual sugiere que esta técnica es más eficiente para mantener las encías saludables, particularmente en los pacientes parcialmente edéntulos que tienen prótesis removibles.

Por otro lado, aunque la técnica de Fones también mostró resultados positivos, especialmente en las superficies vestibulares, su eficacia fue menor en comparación con la técnica de Bass. La técnica de Fones se basa en movimientos circulares y de barrido en sectores, y aunque es útil para limpiar las superficies externas de los dientes, su aplicación en las superficies linguopalatinas no fue tan eficiente. Además, algunos pacientes encontraron que esta técnica requería más tiempo para alcanzar los mismos resultados que la técnica de Bass, lo que sugiere que la técnica de Fones podría no ser tan efectiva para los pacientes que necesitan una limpieza más exhaustiva en áreas difíciles de alcanzar, como las que se encuentran cerca de las prótesis. [52, 53, 55]

La implementación del sistema informático para procesar y analizar los datos ha sido un elemento clave en el estudio, ya que ha permitido realizar un seguimiento detallado de los resultados y ajustar el modelo de agregación en función de la evolución de los pacientes. Este sistema facilitó la recolección de información en tiempo real, lo que permitió una evaluación continua y comparativa de ambas técnicas. Además, el sistema fue capaz de generar informes precisos sobre la reducción de placa bacteriana, la salud gingival y el tiempo dedicado a cada técnica, lo que ofreció una visión más completa y objetiva del impacto de cada una en la salud bucal de los pacientes.

Uno de los factores más importantes en la elección de la técnica de cepillado es la comodidad y la facilidad de uso para los pacientes. En este sentido, la técnica de Bass, aunque requiere más precisión y técnica por parte del paciente, resultó ser más efectiva a largo plazo, ya que los pacientes demostraron una mayor adherencia a la técnica cuando los resultados eran más evidentes en términos de salud gingival y eliminación de placa. Esto indica que, a pesar de la mayor complejidad inicial de la técnica de Bass, la educación y orientación adecuada permiten que los pacientes logren mejores resultados a largo plazo. [43, 44]

En conclusión, los resultados del estudio sugieren que la técnica de Bass es la más adecuada para los pacientes parcialmente edéntulos, ya que es más eficaz en la eliminación de placa, la prevención de la acumulación de sarro y la mejora de la salud gingival. Aunque la técnica de Fones tiene sus aplicaciones, especialmente para la limpieza de las superficies vestibulares, su rendimiento fue inferior en áreas de difícil acceso y en la reducción de los signos de gingivitis. El modelo de agregación y el sistema informático implementado han demostrado ser herramientas valiosas para evaluar y comparar la efectividad de las técnicas de cepillado, y han proporcionado una base sólida para la recomendación de la técnica de Bass en pacientes con prótesis removibles.

Conclusión

Los resultados de la investigación destacan la importancia de una correcta higiene bucal en la prevención de enfermedades y la conservación de la salud dental a largo plazo. Se ha comprobado que la aplicación adecuada de las técnicas de cepillado es fundamental para mantener una buena salud oral, prevenir patologías y mejorar la estética dental. En particular, se concluyó que la técnica de Bass, diseñada para limpiar de manera óptima la placa bacteriana en el surco gingival, resulta ser la más efectiva para evitar enfermedades periodontales en pacientes edéntulos. Su enfoque en movimientos precisos permite una limpieza más exhaustiva, lo que se traduce en una mejor salud gingival. Esta técnica requiere un orden y una atención cuidadosa durante la higiene oral, lo que resalta la necesidad de educar a los pacientes sobre la importancia de seguir un protocolo adecuado en sus rutinas de limpieza.

Asimismo, se identificó que la educación del paciente es esencial para el éxito de cualquier técnica de cepillado. Los odontólogos deben enfatizar la importancia de realizar exámenes clínicos y controles programados como parte de una rutina de cuidado dental. La orientación sobre el uso adecuado de las prótesis dentales y hábitos de higiene, como la limpieza de las prótesis después de cada comida y antes de dormir, contribuye significativamente a la salud bucal. En este contexto, se sugirió que la limpieza con agua y bicarbonato de sodio puede ser efectiva para mantener la higiene de las prótesis.

Aunque la técnica de Fones está más asociada a pacientes con dentición temporal, su adaptación para pacientes edéntulos también ha mostrado ser efectiva. Esta técnica se centra en la higiene de las mucosas, encías y lengua, promoviendo la salud oral y ayudando a prevenir condiciones como la gingivitis y la estomatitis.

El estudio refuerza la idea de que una técnica de cepillado adecuada, combinada con educación y seguimiento clínico, es crucial para optimizar la salud bucal en pacientes parcialmente edéntulos. La técnica de Bass se posiciona como la opción más efectiva para este grupo, mientras que la técnica de Fones ofrece un enfoque complementario para el cuidado de las estructuras blandas. Estos hallazgos subrayan la importancia de personalizar las recomendaciones de higiene bucal en función de las necesidades específicas de cada paciente.

Referencias

[1] P. Mylonas, P. Milward, and R. McAndrew, "Denture cleanliness and hygiene: an overview," *British dental journal,* vol. 233, no. 1, pp. 20-26, 2022.

[2] M. Ramos Lorenzo, L. Hernández Miranda, and A. Castellanos Curbelo, "Cuidado y conservación de prótesis acrílicas en pacientes geriátricos de la Clínica Estomatológica Puentes Grandes," *Revista Eugenio Espejo,* vol. 13, no. 2, pp. 53-61, 2019.

[3] K. Yao, Y. Yao, X. Shen, C. Lu, and Q. Guo, "Assessment of the oral health behavior, knowledge and status among dental and medical undergraduate students: a cross-sectional study," *BMC oral health,* vol. 19, pp. 1-8, 2019.

[4] M. P. Van Leeuwen, F. A. Van der Weijden, D. E. Slot, and M. A. Rosema, "Toothbrush wear in relation to toothbrushing effectiveness," *International Journal of Dental Hygiene,* vol. 17, no. 1, pp. 77-84, 2019.

[5] C. Manau, I. Zabalegui, B. Noguerol, J. C. Llodra, H. Rebelo, J. J. Echevarría, P. Martínez-Canut, and M. Sanz, "Control de placa e higiene bucodental: Resumen de los resultados del 1er Workshop Ibérico," *Rcoe,* vol. 9, no. 2, pp. 215-223, 2004.

[6] Y. G. Macías-Yen Chong, C. A. Díaz-Pérez, and M. Martínez-Rodríguez, "Higiene de las prótesis removibles en pacientes atendidos en la Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador 2019," *Revista Información Científica,* vol. 99, no. 3, pp. 217-224, 2020.

[7] C. Janakiram, N. Varghese, R. Venkitachalam, J. Joseph, and K. Vineetha, "Comparison of modified Bass, Fones and normal tooth brushing technique for the efficacy of plaque control in young adults-A randomized clinical trial," *Journal of clinical and experimental dentistry,* vol. 12, no. 2, pp. e123, 2020.

[8] F. Ausenda, N. Jeong, P. Arsenault, R. Gyurko, M. Finkelman, I. F. Dragan, and P. A. Levi Jr, "The effect of the bass intrasulcular toothbrushing technique on the reduction of gingival inflammation: a randomized clinical trial," *Journal of Evidence Based Dental Practice,* vol. 19, no. 2, pp. 106-114, 2019.

[9] A. R. Rajwani, S. N. D. Hawes, A. To, A. Quaranta, and R. A. JC, " Effectiveness of Manual Toothbrushing Techniques on Plaque and Gingivitis: A Systematic Review," *Oral health & preventive dentistry,* vol. 18, no. 1, pp. 843-854, 2020.

[10] R. C. Mosca, A. A. Ong, O. Albasha, K. Bass, and P. Arany, "Photobiomodulation therapy for wound care: a potent, noninvasive, photoceutical approach," *Advances in skin & wound care,* vol. 32, no. 4, pp. 157-167, 2019.

[11] T. A. Karakasheva, T. Kijima, M. Shimonosono, H. Maekawa, V. Sahu, J. T. Gabre, R. Cruz‐Acuña, V. Giroux, V. Sangwan, and K. A. Whelan, "Generation and characterization of patient‐derived head and neck, oral, and esophageal cancer organoids," *Current Protocols in Stem Cell Biology,* vol. 53, no. 1, pp. e109, 2020.

[12] Q. q. Su, L. y. Pang, Y. Zhou, L. x. Yu, H. c. Lin, and Q. h. Zhi, "A two‐week single‐group longitudinal test of a new sonic‐powered toothbrush simulating the 'bass brushing technique'with tapered bristles on the brush head for reduction of dental plaque and gingivitis," *International Journal of Dental Hygiene,* vol. 19, no. 4, pp. 398-406, 2021.

[13] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[14] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[15] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.

[16] J. Torales, I. Barrios, and I. González, "Problemáticas de salud bucodental en personas con trastornos mentales," *Medwave,* vol. 17, no. 08, 2017.

[17] 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.

[18] 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.

[19] 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.

[20] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[21] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[22] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.

[23] 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.

[24] 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.

[25] 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.

[26] 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.

[27] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[28] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[29] 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.

[30] 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.

[31] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.

[32] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[33] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.

[34] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters,* vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.

[35] 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.

[36] 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.

[37] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.

[38] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[39] O. M. 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.

[40] O. M. Cornelio, J. G. González, and I. S. Ching, "Método multicriterio para la evaluación de habilidades en un Sistema de Laboratorios a Distancia," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 14, no. 1, pp. 237-251, 2021.

[41] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.

[42] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[43] Anilema, C. A. M., Ricardo, J. E., & Mosquera, G. A. C. "La desnaturalización del derecho a la libertad de expresión como consecuencia de la conducta de incitación al odio en el ámbito político, en redes sociales, en Ecuador en las elecciones presidenciales en el año 2021". Debate Jurídico Ecuador, vol. 7 núm. 1, pp 17-33, 2024

[44] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[45] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Palacios, A. J. P., & Ojeda, Y. E. A. "Inteligencia artificial y propiedad intelectual". Universidad y sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 362-368, 2021.

[46] Rodríguez, M. D. O., León, C. A. M., Rivera, C. D. N., Cueva, C. M. B. R., & Ricardo, C. J. E. "HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS". Infinite Study, 2019.

[47] Ramos-Carpio, J. P., Machado, O. J. A., Ricardo, J. E., & Vasquez, A. B. M. "Assessing Higher Education's Role in Personality Formation Using NeutroAlgebra". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 50-57, 2024.

[48] Machado, O. J. A., & Ricardo, J. E. "Learning tree to guarantee access to and use of interactive education, training and integral formation programs in Amazonian, rural and insular areas of Ecuador". Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias, vol. 3, pp 1139-1139, 2024.

[49] Vázquez, M. Y. L., Ricardo, J. E., Hernández, N. B., Casanova, R. S., & Smarandache, F. "ANÁLISIS NEUTROSÓFICO DE LAS ACTITUDES HACIA LA MÁQUINA DE EXPERIENCIA DE NOZICK." Investigación Operacional, vol. 45 núm. 4, pp 457, 2024.

[50] López Gutiérrez, J. C., Pérez Ones, I., Estupiñán Ricardo, J., & Ramos Carpio, J. P. "Integrating Neutrosophic Theory into Regression Models for Enhanced Prediction of Uncertainty in Social Innovation Ecosystems." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71 núm. 1, pp 18, 2024.

[51] Yugcha Vilema, A. P. "La aplicación de la teoría del tipo en el delito de muerte culposa del coip y su incidencia con los principios de máxima taxatividad legal, seguridad jurídica y tutela judicial efectiva en el cantón tena, año 2021" (Master's thesis), 2023.

[52] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Palacios, A. J. P., & Ojeda, Y. E. A. "Inteligencia artificial y propiedad intelectual". Universidad y sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 362-368, 2021.

[53] Macas-Acosta, G., Ricardo, J. E., Vergara-Romero, A., & Sánchez, F. M. "Evaluating the direct effect of an increase in the Value Added Tax on business sales using the Delphi and NAHP+ NSC methods." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 131-140, 2024.

[54] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[55] Márquez-Sánchez, F. M. "El sector informal y la evolución histórica de la" pequeña empresa. América latina, en la segunda mitad del Siglo XX." Revista Científica Ecociencia, vol. 1 núm. 1, 2014.

Recibido: Septiembre 21, 2024. Aceptado: Octubre 07, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método Multicriterio Neutrosófico para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana

Neutrosophic Multicriteria Method for the evaluation of the most common oral pathologies in patients with a history of marijuana use

Adriana María García Novillo[1], María Alejandra Sampedro Villamagua[2], and María Eugenia Zamora Cueva[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.adrianagn44@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; mariasv@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; mariacz50@uniandes.edu.ec

Resumen. El consumo de marihuana ha experimentado un incremento significativo en los últimos años tanto por motivos recreativos como medicinales. A medida que esta tendencia se expande, es esencial comprender los posibles efectos negativos que el consumo de marihuana puede tener en la salud oral. La enfermedad periodontal, el cáncer oral y la xerostomía, son afecciones inflamatorias crónicas que afectan los tejidos que rodean y soportan los dientes. La presente investigación propone el desarrollo de un método multicriterio neutrosófico para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana. Los resultados esperados incluyen datos sobre la prevalencia de enfermedades periodontales, agrandamiento y pigmentación de las encías, recesión gingival y otros posibles efectos en la salud oral relacionados con el consumo de marihuana. Se determinó que las patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana son problemas orales como lesiones, caries dental, enfermedad periodontal y en casos más graves cáncer oral, ello debido al descuido de la higiene oral y a los compuestos químicos potencialmente mutagénicos contenidos en la marihuana.

Palabras Claves: método multicriterio neutrosófico, evaluación, patologías orales, pacientes, consumo de marihuana.

Abstract. Marijuana use has seen a significant increase in recent years for both recreational and medicinal reasons. As this trend expands, it is essential to understand the potential negative effects that marijuana use can have on oral health. Periodontal disease, oral cancer, and xerostomia are chronic inflammatory conditions that affect the tissues surrounding and supporting the teeth. The present research proposes the development of a neutrosophic multicriteria method for the evaluation of the most common oral pathologies in patients with a history of marijuana use. The expected results include data on the prevalence of periodontal diseases, enlargement and pigmentation of the gums, gingival recession, and other possible effects on oral health related to marijuana use. It was determined that the most common oral pathologies in patients with a history of marijuana use are oral problems such as lesions, dental caries, periodontal disease, and in more severe cases oral cancer, due to the neglect of oral hygiene and the potentially mutagenic chemical compounds contained in marijuana.

Keywords: neutrosophic multicriteria method, evaluation, oral pathologies, patients, marijuana use.

1 Introducción

El consumo de marihuana ha experimentado un incremento significativo en los últimos años, tanto por motivos recreativos como medicinales. A medida que esta tendencia se expande, es esencial comprender los posibles efectos negativos que el consumo de marihuana puede tener en la salud oral [1, 43]. Numerosos estudios han sugerido una asociación entre el consumo de marihuana y diversas patologías orales, como la enfermedad periodontal, la xerostomía y el cáncer oral. Sin embargo, se requiere una revisión sistemática para analizar y sintetizar de manera exhaustiva la evidencia disponible hasta la fecha [2], [3], [4].

La enfermedad periodontal es una afección inflamatoria crónica que afecta los tejidos que rodean y soportan los dientes [5]. Se ha sugerido que el consumo de marihuana podría aumentar el riesgo de desarrollar enfermedad periodontal debido a sus propiedades inmunosupresoras y a los posibles efectos negativos en la respuesta inflamatoria oral [6]. Sin embargo, la evidencia existente es limitada y contradictoria. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo una revisión sistemática para evaluar la fuerza de esta asociación y determinar posibles factores de confusión [7].

Otra patología oral relevante por considerar es la xerostomía o sequedad bucal. La marihuana, especialmente cuando se fuma, puede disminuir la producción de saliva, lo que puede contribuir al desarrollo de xerostomía. La falta de saliva puede tener consecuencias negativas en la salud oral, como un mayor riesgo de caries, infecciones y dificultades en el habla y la deglución; sin embargo, es necesario examinar y analizar la evidencia científica disponible para determinar la magnitud de esta asociación y considerar otros factores que puedan influir en la relación entre el consumo de marihuana y la xerostomía [8, 42].

Además, se ha planteado la posibilidad de una relación entre el consumo de marihuana y el cáncer oral. Algunos estudios han sugerido un vínculo entre el consumo a largo plazo de marihuana y un mayor riesgo de desarrollar cáncer oral [9]; sin embargo, la evidencia existente es limitada y se requiere una revisión sistemática para evaluar la fuerza de esta asociación, teniendo en cuenta posibles factores de confusión, como el consumo concomitante de tabaco u otras sustancias.

Cuando un paciente está bajo los efectos de la marihuana y muestra signos de somnolencia en un entorno odontológico, es importante abordar la situación con sensibilidad y empatía [10, 44]. El estado físico del paciente puede incluir ojos enrojecidos, movimiento lento, falta de coordinación motora y comunicación incordinada; además, es posible que experimente dificultad para concentrarse o seguir instrucciones [11].

En este escenario, es crucial que el personal de la clínica dental se comunique de manera clara y tranquilizadora con el paciente, proporcionándole un entorno seguro y de apoyo. Es fundamental evaluar si el paciente está en condiciones de recibir tratamiento odontológico en ese momento o si lo más apropiado fuese posponer la cita para otro día, cuando no esté bajo los efectos de la marihuana.

Atender a un paciente en estado de somnolencia debido al consumo de marihuana puede presentar desafíos en el entorno odontológico. La somnolencia y los efectos de la marihuana pueden afectar la capacidad del paciente para prestar atención y seguir las indicaciones durante el tratamiento dental, lo que podría impactar negativamente en la calidad y efectividad de la atención [12]. La falta de coordinación motora y el estado alterado de conciencia del paciente podrían aumentar el riesgo de complicaciones durante los procedimientos dentales, como lesiones accidentales o respuestas inadecuadas a la anestesia local [13, 41].

2 Materiales y métodos

La presente sección describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana. Se presentan las características generales de la solución propuesta. Se describen las principales etapas y actividades que conforman el método.

El método multicriterio neutrosófico para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana está diseñado bajo las siguientes cualidades:

Las cualidades que distinguen al modelo son:

- Integración: el método garantiza la interconexión de los diferentes componentes en combinación para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana.
- Flexibilidad: utiliza 2-tuplas para representar la incertidumbre de modo que aumente la interoperabilidad de las personas que interactúan con el método.
- Interdependencia: el método utiliza como punto de partida los datos de entrada proporcionados por los expertos del proceso. Los resultados analizados contribuyen a una base de experiencia que conforma el núcleo del procesamiento para la inferencia.

El método se sustenta en los siguientes principios:

- Identificación mediante el equipo de expertos de los indicadores para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana.
- El empleo de métodos multicriterios en la evaluación.

El método para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana, está estructurado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de evaluación a partir de un método de inferencia multicriterio, posee tres etapas fundamentales: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método.

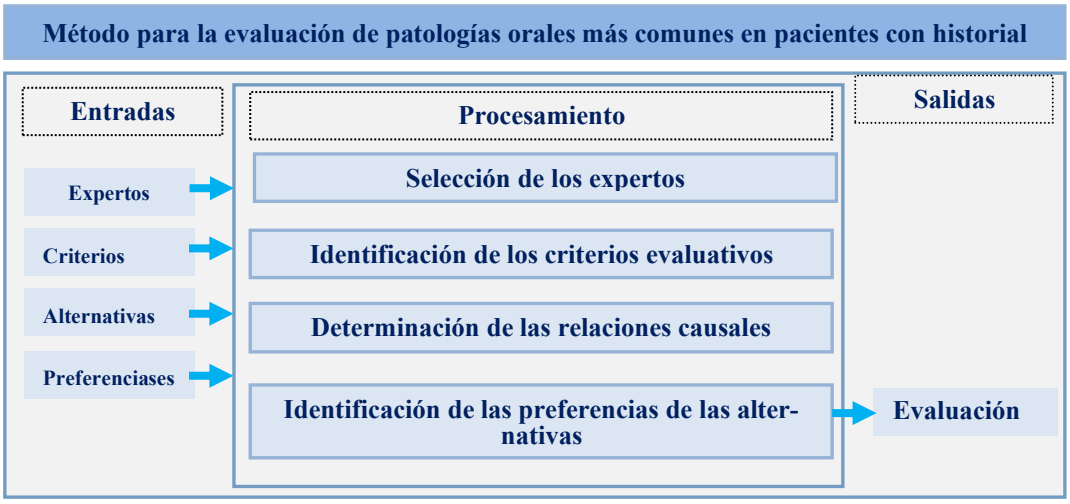


Figura 1. Esquema general del funcionamiento del método para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana.

2.1 Descripción de las etapas del método

El método propuesto está diseñado para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana. Utiliza un enfoque multicriterio multiexperto donde se identifican indicadores evaluativos para determinar el funcionamiento del procesamiento del método.
La etapa de procesamiento está estructurada por cuatro actividades que rigen el proceso de inferencia del procesamiento. A continuación se detalla su funcionamiento:

Actividad 1: Selección de los expertos.

El proceso consiste en determinar el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Para su selección se emplea la metodología propuesta por Fernández [14]. Para comenzar el proceso se envía un modelo a los posibles expertos con una explicación breve sobre los objetivos del trabajo y el área del conocimiento en el que se enmarca la investigación. Se realizan las siguientes actividades:

1. Se establece contacto con los expertos conocedores y se les pide que participen en el panel. La actividad obtiene como resultado la captación del grupo de expertos que participará en la aplicación del método.

El procedo debe filtrar los expertos con bajo nivel de experticia participando en el proceso los de mayor conocimiento y prestigio en el área del conocimiento que se enmarca el objeto de estudio de la investigación. Para realizar el proceso de filtraje se realiza un cuestionario de autoevaluación para expertos. El objetivo es determinar el coeficiente de conocimiento o información (K_c), la ecuación 1 expresa el método para determinar el nivel de experticia.

$$K_c = n(0,1) \qquad (1)$$

Donde:
K_c: coeficiente de conocimiento o información
n: rango seleccionado por el experto

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Una vez identificados los expertos que intervienen en el proceso se procede a la identificación de los criterios evaluativos. Los criterios nutren el método, representan parámetros de entrada que se utilizan en la etapa de procesamiento. A partir del trabajo en grupo de los expertos se realizan las siguientes actividades:

1. Se envía un cuestionario a los miembros del panel y se les pide su opinión para la selección de los criterios evaluativos que sustenten la investigación. A partir de un cuestionario previamente elaborado, se obtiene como resultado el conjunto de criterios de los expertos.
2. Se analizan las respuestas y se identifican las áreas en que están de acuerdo y en las que difieren. La actividad permite realizar un análisis del comportamiento de las respuestas emitidas por los expertos y se identifican los elementos comunes.

3. Se envía el análisis resumido de todas las respuestas a los miembros del panel, se les pide que llenen de nuevo el cuestionario y que den sus razones respecto a las opiniones en que difieren. La actividad permite obtener una nueva valoración del grupo de expertos sobre el conocimiento recogido y resumido.
4. Se repite el proceso hasta que se estabilizan las respuestas. La actividad representa la condición de parada del método, a partir de que se estabilicen las respuestas se concluye su aplicación considerándose este el resultado general.

La actividad obtiene como resultado el conjunto de criterios evaluativos del método. Emplea un enfoque multicriterio expresado como muestra la ecuación 1.

$$C = \{c_1, c_2, , , c_m\} \quad (2)$$

Donde:

$$m > 1, \quad (3)$$

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios.

Para determinar los pesos atribuidos a los criterios evaluativos se utiliza el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Se les pide que determinen el nivel de importancia atribuido a los criterios evaluativos identificados en la actividad previa.

Los pesos de los criterios evaluativos son expresados mediante un dominio de valores difusos. Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto. Un conjunto difuso A es una aplicación de un conjunto referencial S en el intervalo [0, 1], Tal que:

$A: S \rightarrow [0,1]$,

y se define por medio de una función de pertenencia:

$$0 \leq \mu_A(x) \leq 1. \quad (4)$$

Para aumentar la interpretatividad en la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios se utilizan términos lingüísticos basados en 2-tuplas Neutrosófica [15], [16], [17, 42]. El uso de etiquetas lingüísticas en modelos de decisión supone, en la mayoría de los casos, la realización de operaciones con etiquetas lingüísticas. La tabla 1 muestra el conjunto de términos lingüísticos con sus respectivos valores.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

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]

Una vez obtenidos los vectores de pesos de los diferentes expertos que intervienen en el proceso se realiza un proceso de agregación de información a partir de una función promedio tal como muestra la ecuación 5.

$$VA = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ij}}{E} \quad (5)$$

Donde:

VA: valor agregado,

E: cantidad de expertos que participan en el proceso,

C_{ij}: vector de pesos expresado por los expertos para los criterios C.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

La actividad para la determinación de las preferencias consiste en identificar el impacto que poseen los criterios evaluativos para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana [18-20]. El proceso de evaluación es realizado mediante una escala numérica de modo que se exprese el nivel de pertenencia de los indicadores [21-23], [45, 46].

Para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana, se describe el problema y la evaluación de cada alternativa a partir del cual se forma la matriz de evaluación [24, 42], [25], [26, 41]. La matriz está compuesta por las alternativas, los criterios y la valoración de cada criterio para cada alternativa.

A partir de obtener las preferencias de cada criterio evaluativo sobre el objeto de estudio, se realiza el proceso de inferencia de información. La inferencia es guiada mediante el uso de operadores de agregación de información. Se parte del conjunto de alternativas A:

$$A = \{A_1, A_2, ..., A_m\} \tag{6}$$

A las cuales se les obtienen las preferencias P:

$$P = C_1, , C_n \tag{7}$$

A los criterios evaluativos se les aplica un método multicriterio para procesar las alternativas a partir de los vectores de pesos *W* definidos por los expertos sobre los criterios evaluativos.

$$W = \{w_1, w_2, , w_n\} \tag{8}$$

El proceso de agregación se realiza con la utilización de operadores de agregación de información [27], [28], [29]. El objetivo fundamental consiste en obtener valoraciones colectivas a partir de valoraciones individuales mediante el uso de operadores de agregación. Para el procesamiento del método propuesto se utiliza el operador de agregación OWA (*Ordered Weighted Averaging)* [30],[31, 47].

Los operadores OWA funcionan similar a los operadores media ponderada, aunque los valores que toman las variables se ordenan previamente de forma decreciente y, contrariamente a lo que ocurre en las medias ponderadas, los pesos no están asociados a ninguna variable en concreto [32], [33], [34, 52].

Definición 1: Dado un vector de pesos $W = w_1, , w_n \in [0,1]^n$ tal que: $\sum_{i=1}^{n} w_i$, el operador (OWA) asociado a w es el operador de agregación f_n^w: → R definido por:

$$f_n^w(u) = \sum_{i=1}^{n} w_i \, v_i \tag{9}$$

donde v_i es el *i*-ésimo mayor elemento de $\{u_1, , u_n\}$

Para la presente investigación se define el proceso de agregación de la información empleado, tal como expresa la ecuación 10.

$$F(p_1, , p_2, , p_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j \tag{10}$$

Donde:

P: conjunto de preferencias obtenidas de la evaluación de los criterios para la evaluación del impacto de la Neuralgia del Trigémino

w_j: son los vectores de pesos atribuidos a los criterios evaluativos.

bj: es el j-ésimo más grande de las preferencias p_n ordenados.

3 Resultados

Para la implementación del método propuesto se ha realizado un estudio de caso donde se representa un instrumento enfocado hacia el caso específico que se modela. El objeto de análisis es la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana. A continuación, se presentan las valoraciones alcanzadas por cada actividad:

Actividad 1: Selección de loes expertos.

Para la aplicación del método, se aplicó un cuestionario con el objetivo de seleccionar el grupo de expertos a intervenir en el proceso. Se logró el compromiso desinteresado de 7 expertos. Se les aplicó el cuestionario de autoevaluación a los 7 expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 5 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia sobre el tema objeto de estudio de 10 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 9 puntos.
- 1 expertos se autoevalúa con un nivel de competencia de 5 puntos.
- 1 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 6 puntos.

El coeficiente de conocimiento K_c representa un parámetro importante en la aplicación del método propuesto. Para la investigación se obtienen los K_c por experto tal como refiere la tabla 2

Tabla :

Tabla 2. Coeficiente de conocimiento por expertos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	0.6	0,90	0,90	1	1	0.5

Se aplicaron 4 preguntas a los expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados para identificar los niveles de conocimientos sobre el tema:

- Sobre la pregunta 1. Análisis teóricos realizados por usted sobre el tema: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 6 expertos y *Media* para 3 expertos.
- Sobre la pregunta 2. Estudio de trabajos publicados por autores Ecuatorianos: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 7 expertos, *Media* para 1 expertos y *Baja* para 1 expertos.
- Sobre la pregunta 3. Contacto directo con pacientes con historial de consumo de marihuana: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 7 expertos, *Media* para 1 expertos y *Baja* para 1 experto.
- Sobre la pregunta 4. Conocimiento de pacientes con historial de consumo de marihuana: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 6 expertos, *Media* para 1 expertos y *Baja* para 2 expertos.

La figura 2 muestra una gráfica con el comportamiento de los coeficientes de conocimiento de los expertos. A partir del análisis de los resultados se determina utilizar 7 de los 9 expertos previstos inicialmente.

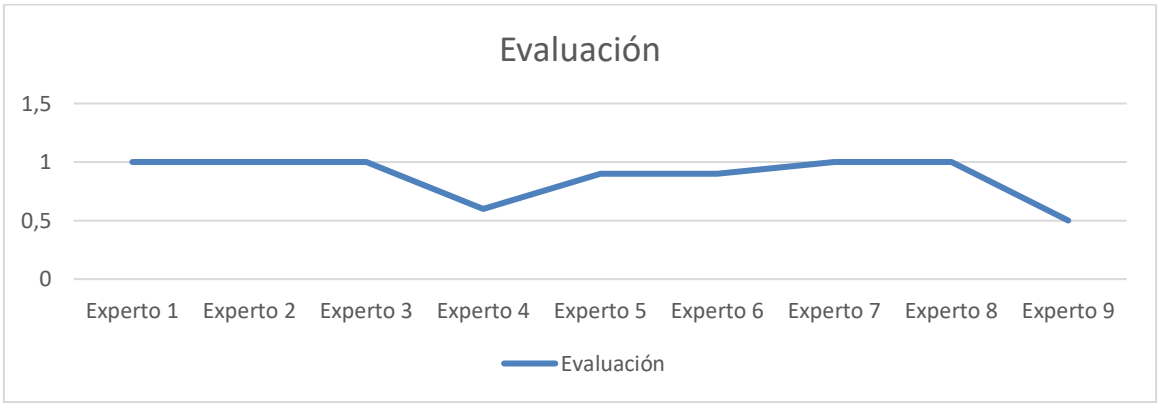


Figura 2. Representación del coeficiente de conocimiento de los expertos.

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Para la actividad se realizó una encuesta a los expertos que intervienen en el proceso. El objetivo consistió en identificar los criterios evaluativos de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana. Los indicadores constituyen el elemento fundamental sobre el cual se realiza el procesamiento en etapas siguientes. La tabla 3 visualiza los criterios evaluativos obtenidos de la actividad.

Tabla 3: Criterios evaluativos obtenidos.

Número	Criterios evaluativos
C_1	Xerostomía (sequedad bucal)
C_2	Enfermedad periodontal
C_3	Caries dental
C_4	Lesiones en la mucosa oral
C_5	Cáncer oral

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios

Para determinar los pesos sobre los criterios se utilizó un enfoque multiexperto, en el que participaron los 7 seleccionados en la actividad 1. Con el empleo de 2-tuplas tal como propone la tabla 1 se realizó el trabajo por el grupo de expertos.

A partir de la agregación realizada mediante la ecuación 9 se unifica los pesos de los 7 expertos en un valor agregado. La tabla 4 muestra el resultado de los vectores de pesos resultantes de la actividad.

Tabla 4: Pesos de los criterios a partir del criterio de experto.

Número	Vectores de pesos W para los criterios C
C_1	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[0.85,0,15,0.20]
C_3	[1,0,0]
C_4	[0.70,0.25,0.30]
C_5	[1,0,0]

Se llegó al consenso en la segunda iteración del proceso. A partir de lo cual se tomó como valor de parada.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

Para el estudio de caso propuesto con el objetivo evaluar patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana, se realizó una evaluación del cumplimiento de los criterios. Se tomó como información de partida los vectores de pesos atribuidos a cada criterio evaluativo. Se evaluó el cumplimiento de los indicadores con el empleo del conjunto de etiquetas lingüísticas. Se obtuvo como resultado un sistema con valores difusos que se agregan como valores de salidas. La tabla 5 muestra el resultado del procesamiento realizado.

Tabla 5: Resultado de las evaluaciones obtenidas por cada caso de análisis

Número	W	Preferencia	$\rangle w_j b_j$
C_1	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_2	[0.85,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_3	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_4	[0.70,0.25,0.30]	[0.85,0,15,0.20]	[0.77,0.25,0.30]
C_5	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.95, 0.1, 0.1]

La figura 4 muestra el comportamiento de las inferencias sobre los criterios evaluativos para el caso de estudio propuesto.

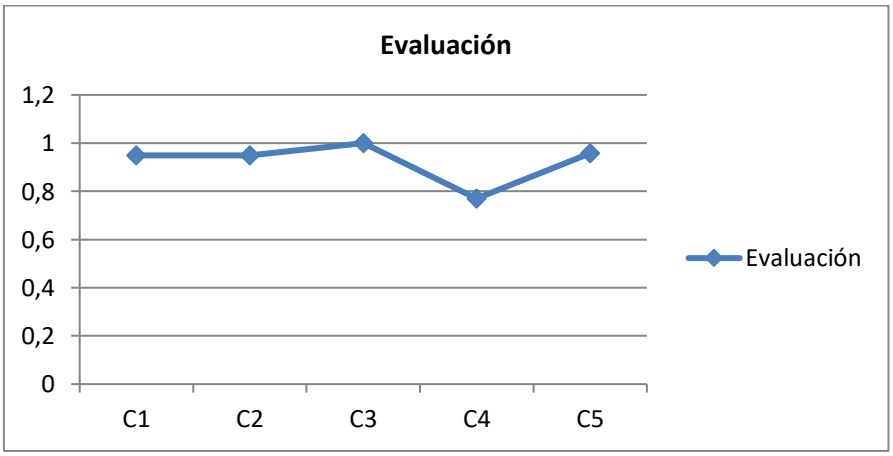


Figura 3. Comportamiento de las inferencias.

4 Discusión

Con respecto a la relación entre el consumo de marihuana y el desarrollo de enfermedad periodontal, se determinó que existe una relación significativa entre estas dos variables, tal como lo menciona Chaffee [35] quien en su investigación identifico que elconsumo de cannabis es un factor de riesgo independiente de mala salud bucal lo que promueve el desarrollo de enfermedad periodontal, mientras que, Le et al. [36] Identificaron que fumar marihuana influye en el desarrollo de enfermedad periodontal con la incidencia de resultados adversos para la salud bucal como sangrado de encías y perdida de inserción, al mismo tiempo, Chatzopoulos et al. [37] Mencionan que el uso de cannabis se relaciona de forma significativa con el desarrollo de periodontitis, Javed et al. [38] en su investigación determinaron que las personas que fuman marihuana presentan peores parámetros periodontales como índice de placa en toda la boca (PI), el sangrado al sondaje (BoP), la profundidad al sondaje (PD) y la pérdida de inserción clínica (AL), la pérdida ósea marginal (MBL), Pérez et al. [39] Aluden que los fumadores de cannabis presentan una elevada prevalencia de enfermedad periodontal (36%), además, existe una leve asociación entre la responsabilidad genética por el consumo de cannabis con la periodontitis.

El consumo activo de cannabis genera xerostomía o sensación de sequedad bucal debido a la variación del funcionamiento de las glándulas salivales, como también produce leucoedema o anomalía de la mucosa bucal y una alta presencia y densidad del hongo Cándida Albicans., conjuntamente, el THC y CBD que promueven la liberación de Prostaglandina E2 (PGE2) a partir de las células sinoviales e inhiben la síntesis de leucotrienos de las células polimorfo nucleares humanas, lo que promueve la inflamación de la encías y el desarrollo de enfermedad periodontal. [48, 49, 53]

Los pacientes que consumen marihuana generan hiposalivación a corto plazo después del consumo de delta-9-tetrahidrocannabinol lo que genera un cambio en la composición de la saliva y por ende desgaste del esmalte dental aumentando la prevalencia de caries en superficies lisas, mientras que el consumo de marihuana se relaciona de forma significativa con índices CPOD altos; ya que, el uso de esta droga influye en la reducción del flujo salival generando la acumulación de placa dental lo que aumenta el riesgo de desarrollar caries dental. [42, 50]

Conjuntamente, se determinó que el consumo prolongado de marihuana se relaciona con el desarrollo de cáncer de cabeza y cuello y cáncer de orofaringe, que la inhalación de cannabis se relaciona de forma significativa con el desarrollo de carcinoma de células escamosas de cabeza y cuello debido al que las sustancias como cannabinoides, inmunosupresores y una mezcla de sustancias químicas potencialmente mutagénicas contenidas en la marihuana generan diferencias en el microbiota de la superficie de la mucosa lo que promueve el desarrollo de cáncer; los consumidores de marihuana presentan una relación significativa con el desarrollo de cáncer de orofaringe; simultáneamente, Kim et al. [40] hallaron que entre las personas que fuman marihuana existe una prevalencia de 3,4% de caries de orofaringe con un riesgo del 0,19; sin embargo, el mecanismo específico en que la marihuana influye en el desarrollo de cáncer no está definido completamente por lo que se requiere de más investigaciones para establecer una asociación.

Además, otras afecciones orales que se relacionan con el consumo de marihuana son lesiones orales debido al descuido en la higiene bucal, al mismo tiempo, se identificaron que los consumidores activos de cannabis tienen una alta prevalencia de dientes perdidos debido al descuido de la salud oral por los efectos psicotrópicos de esta sustancia. [41, 51]

Como limitaciones de la presente investigación se tuvo que al investigar varias patologías orales que se pueden generar debido al consumo activo de marihuana se torna un tema muy general lo que hace que no se pueda obtener información específica; por lo que, se recomienda investigar la relación del consumo de marihuana con una enfermedad oral en específico y así identificar de forma clara de qué manera incide el consumo de esta droga en el desarrollo de una enfermedad oral.

Conclusión

A partir de la implementación del método propuesto, se obtienen vectores de pesos de agregación para la evaluación de los criterios evaluativos que representó la base del proceso para la evaluación de patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana. Se determinó que las patologías orales más comunes en pacientes con historial de consumo de marihuana son problemas orales como lesiones, caries dental, enfermedad periodontal y en casos más graves cáncer oral, ello debido al descuido de la higiene oral y a los compuestos químicos potencialmente mutagénicas contenidas en la marihuana.

Con respecto a la relación entre el consumo de marihuana y el desarrollo de enfermedad periodontal, se identificó que estas variables se relacionan de forma significativa, debido a que los consumidores generan una sensación de boca seca, anomalía de la mucosa bucal y una alta presencia y densidad del hongo Cándida Albicans lo que promueve el desarrollo de placa dental, inflamación de las encías y enfermedad periodontal.

Conjuntamente al analizar la posible asociación entre el consumo de marihuana a largo plazo y el riesgo de

desarrollar cáncer oral, se determinó que la marihuana está compuesta por sustancias como cannabinoides, inmunosupresores y una mezcla de sustancias químicas potencialmente mutagénicas que promueven el desarrollo de cáncer de cabeza y cuello, y cáncer de orofaringe.

En cuanto a las medidas preventivas y de tratamiento más efectivas para minimizar el riesgo de generar patologías bucales por el consumo de marihuana, se sugiere la importancia de priorizar el cuidado bucal y dental en pacientes adictos, mediante charlas profesionales a aquellos que han exteriorizado su adicción; en cambio, para aquellos pacientes que no refieren adicción siendo que esta existe; así mismo, charlas profesionales que refieran una adecuada higiene bucal y prácticas sexuales responsables.

Referencias

[1] A.-F. Bolaños, J.-J. Jaramillo, A. Jiménez, F. Moreno, and S. Moreno-Correa, "Relación entre la enfermedad periodontal y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica: revisión de la literatura," *Universitas Medica,* vol. 61, no. 3, pp. 12-31, 2020.

[2] N. Covarrubias-Torres, "Uso medicinal de la Marihuana," *Anestesia en México,* vol. 31, no. 2, pp. 49-58, 2019.

[3] M. Mederos, A. Francia, L. A. Chisini, G. Grazioli, and E. Andrade, "Influencia del consumo de cannabis en la enfermedad periodontal: una Scoping Review," *Odontoestomatología,* vol. 20, no. 31, pp. 4-15, 2018.

[4] E. Rotemberg, I. Salveraglio, S. Piovesán, M. T. Almaráz, B. Ferreira, K. Smaisik, and M. d. C. Mazzuco, "Percepción del estado de salud bucal de adolescentes y adultos jóvenes en tratamiento por drogodependencia," *Odontoestomatología,* vol. 22, no. 36, pp. 44-54, 2020.

[5] D. A. C. Perdomo, N. V. M. Macías, and J. S. S. Intriago, "La enfermedad periodontal como riesgo de la enfermedad sistemática," *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. Salud y Vida,* vol. 3, no. 6, pp. 495-529, 2019.

[6] S. E. Baumeister, Z. Alayash, H. Baurecht, S. L. Reckelkamm, T. Kocher, B. Holtfreter, B. Ehmke, and M. Nolde, "Cannabis use and the risk of periodontitis: A two‐sample Mendelian randomization study," *Journal of Clinical Periodontology,* vol. 49, no. 7, pp. 654-661, 2022.

[7] D. Scott, H. Dukka, and D. Saxena, "Potential mechanisms underlying marijuana-associated periodontal tissue destruction," *Journal of dental research,* vol. 101, no. 2, pp. 133-142, 2022.

[8] B. W. Chaffee, E. T. Couch, M. V. Vora, and R. S. Holliday, "Oral and periodontal implications of tobacco and nicotine products," *Periodontology 2000,* vol. 87, no. 1, pp. 241-253, 2021.

[9] B. Cretu, A. Zamfir, S. Bucurica, A. E. Scheau, I. Savulescu Fiedler, C. Caruntu, A. Caruntu, and C. Scheau, "Role of Cannabinoids in Oral Cancer," *International Journal of Molecular Sciences,* vol. 25, no. 2, pp. 969, 2024.

[10] A. Quaranta, O. D'Isidoro, A. Piattelli, W. L. Hui, and V. Perrotti, "Illegal drugs and periodontal conditions," *Periodontology 2000,* vol. 90, no. 1, pp. 62-87, 2022.

[11] S. R. Archie, and L. Cucullo, "Harmful effects of smoking cannabis: a cerebrovascular and neurological perspective," *Frontiers in pharmacology,* vol. 10, pp. 1481, 2019.

[12] C. E. Barrios, and V. G. Vila, "Estado de salud bucodental en consumidores de marihuana," *Revista de la Facultad de Odontología,* vol. 2, no. 1, pp. 30-35, 2009.

[13] A. H. Abidi, S. S. Alghamdi, and K. Derefinko, "A critical review of cannabis in medicine and dentistry: A look back and the path forward," *Clinical and experimental dental research,* vol. 8, no. 3, pp. 613-631, 2022.

[14] S. H. d. M. Fernández. "Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphy," http://www.ub.edu/histodidactica/index.php?option=com_content&view=article&id=21:criterio-de-expertos-su-procesamiento-a-traves-del-metodo-delphy&catid=11:.

[15] Z.-S. Chen, K.-S. Chin, and K.-L. Tsui, "Constructing the geometric Bonferroni mean from the generalized Bonferroni mean with several extensions to linguistic 2-tuples for decision-making," *Applied Soft Computing,* vol. 78, pp. 595-613, 2019.

[16] J. Giráldez‐Cru, M. Chica, O. Cordón, and F. Herrera, "Modeling agent‐based consumers decision‐making with 2‐tuple fuzzy linguistic perceptions," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 35, no. 2, pp. 283-299, 2020.

[17] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[18] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[19] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.

[20] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[21] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[22] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[23] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.

[24] S. Schmied, D. Großmann, S. G. Mathias, and S. Banerjee, "Vertical Integration via Dynamic Aggregation of Information in OPC UA." pp. 204-215.

[25] P. T. Schultz, R. A. Sartini, and M. W. Mckee, "Aggregation and use of information relating to a users context for personalized advertisements," Google Patents, 2019.

[26] N. Gospodinov, and E. Maasoumi, "Generalized Aggregation of Misspecified Models: With An Application to Asset Pricing," 2019.

[27] X. He, "Typhoon disaster assessment based on Dombi hesitant fuzzy information aggregation operators," *Natural Hazards,* vol. 90, no. 3, pp. 1153-1175, 2018.

[28] 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.

[29] P. Liu, H. Xu, and Y. Geng, "Normal wiggly hesitant fuzzy linguistic power Hamy mean aggregation operators and their application to multi-attribute decision-making," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 140, pp. 106224, 2020.

[30] R. R. Yager, and D. P. Filev, "Induced ordered weighted averaging operators," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics),* vol. 29, no. 2, pp. 141-150, 1999.

[31] T. R. Sampson, C. Challis, N. Jain, A. Moiseyenko, M. S. Ladinsky, G. G. Shastri, T. Thron, B. D. Needham, I. Horvath, and J. W. Debelius, "A gut bacterial amyloid promotes α-synuclein aggregation and motor impairment in mice," *Elife,* vol. 9, pp. e53111, 2020.

[32] L. Jin, R. Mesiar, and R. Yager, "Ordered weighted averaging aggregation on convex poset," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 27, no. 3, pp. 612-617, 2019.

[33] X. Sha, Z. Xu, and C. Yin, "Elliptical distribution‐based weight‐determining method for ordered weighted averaging operators," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 34, no. 5, pp. 858-877, 2019.

[34] H. Garg, N. Agarwal, and A. Tripathi, "Choquet integral-based information aggregation operators under the interval-valued intuitionistic fuzzy set and its applications to decision-making process," *International Journal for Uncertainty Quantification,* vol. 7, no. 3, 2017.

[35] B. W. Chaffee, "Cannabis use and oral health in a national cohort of adults," *Journal of the California Dental Association,* vol. 49, no. 8, pp. 493-501, 2021.

[36] A. Le, E. Khoo, and J. J. Palamar, "Associations between Oral Health and Cannabis Use among Adolescents and Young Adults: Implications for Orthodontists," *International Journal of Environmental Research and Public Health,* vol. 19, no. 22, pp. 15261, 2022.

[37] G. S. Chatzopoulos, Z. Jiang, N. Marka, and L. F. Wolff, "Periodontal disease, tooth loss, and systemic conditions: an exploratory study," *International dental journal,* vol. 74, no. 2, pp. 207-215, 2024.

[38] F. Javed, A. S. Al-Zawawi, K. S. Allemailem, A. Almatroudi, A. Mehmood, D. D. Divakar, and A. A. Al-Kheraif, "Periodontal conditions and whole salivary IL-17A and-23 levels among young adult cannabis sativa (marijuana)-smokers, heavy cigarette-smokers and non-smokers," *International Journal of Environmental Research and Public Health,* vol. 17, no. 20, pp. 7435, 2020.

[39] S. Perez-Rivoir, M. Mayol, E. Andrade, L. A. Bueno-Rossy, and C. K. Rösing, "Self-reported periodontitis in cannabis club members in Montevideo, Uruguay. An exploratory study," *Acta Odontoloógica Latinoamericana,* vol. 34, no. 3, pp. 233, 2021.

[40] J. Kim, G. Hua, H. Zhang, T. J. Chan, M. Xie, M. Levin, F. Farrokhyar, S. D. Archibald, B. Jackson, and J. E. Young, "Rate of second primary head and neck cancer with cannabis use," *Cureus,* vol. 12, no. 11, 2020.

[41] Anilema, C. A. M., Ricardo, J. E., & Mosquera, G. A. C. "La desnaturalización del derecho a la libertad de expresión como consecuencia de la conducta de incitación al odio en el ámbito político, en redes sociales, en Ecuador en las elecciones presidenciales en el año 2021". Debate Jurídico Ecuador, vol. 7 núm. 1, pp 17-33, 2024

[42] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[43] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Palacios, A. J. P., & Ojeda, Y. E. A. "Inteligencia artificial y propiedad intelectual". Universidad y sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 362-368, 2021.

[44] Rodríguez, M. D. O., León, C. A. M., Rivera, C. D. N., Cueva, C. M. B. R., & Ricardo, C. J. E. "HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS". Infinite Study, 2019.

[45] Ramos-Carpio, J. P., Machado, O. J. A., Ricardo, J. E., & Vasquez, A. B. M. "Assessing Higher Education's Role in Personality Formation Using NeutroAlgebra". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 50-57, 2024.

[46] Machado, O. J. A., & Ricardo, J. E. "Learning tree to guarantee access to and use of interactive education, training and integral formation programs in Amazonian, rural and insular areas of Ecuador". Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias, vol. 3, pp 1139-1139, 2024.

[47] Vázquez, M. Y. L., Ricardo, J. E., Hernández, N. B., Casanova, R. S., & Smarandache, F. "ANÁLISIS NEUTROSÓFICO DE LAS ACTITUDES HACIA LA MÁQUINA DE EXPERIENCIA DE NOZICK." Investigación Operacional, vol. 45 núm. 4, pp 457, 2024.

[48] López Gutiérrez, J. C., Pérez Ones, I., Estupiñán Ricardo, J., & Ramos Carpio, J. P. "Integrating Neutrosophic Theory into Regression Models for Enhanced Prediction of Uncertainty in Social Innovation Ecosystems." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71 núm. 1, pp 18, 2024.

[49] Yugcha Vilema, A. P. "La aplicación de la teoría del tipo en el delito de muerte culposa del coip y su incidencia con los principios de máxima taxatividad legal, seguridad jurídica y tutela judicial efectiva en el cantón tena, año 2021" (Master's thesis), 2023.

[50] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Palacios, A. J. P., & Ojeda, Y. E. A. "Inteligencia artificial y propiedad intelectual". Universidad y sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 362-368, 2021.

[51] Macas-Acosta, G., Ricardo, J. E., Vergara-Romero, A., & Sánchez, F. M. "Evaluating the direct effect of an increase in the Value Added Tax on business sales using the Delphi and NAHP+ NSC methods." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 131-140, 2024.

[52] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[53] Márquez-Sánchez, F. M. "El sector informal y la evolución histórica de la" pequeña empresa. América latina, en la segunda mitad del Siglo XX." Revista Científica Ecociencia, vol. 1 núm. 1, 2014.

Recibido: Septiembre 21, 2024. Aceptado: Octubre 08, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses

Neutrosophic method for the evaluation of factors related to noncompliance with the vaccination schedule in children under six months of age

Leonel Gerardo Ruano Yarpaz[1], Darío Fernando Pozo Guerrón[2], and Katherine Zoraya Días Báez[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.leonelry24@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; dariopg43@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; katherinedb01@uniandes.edu.ec

Resumen. El presente estudio tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para evaluar los factores relacionados con el incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses en Ecuador. En el contexto nacional, se ha observado una considerable incidencia de niños no vacunados o con esquemas de vacunación incompletos, situación que afecta gravemente la salud pública. La investigación identifica que una mayoría significativa de los casos de no inmunización está íntimamente ligada a factores sociodemográficos y culturales, incluyendo la falta de conocimiento sobre las políticas de vacunación, el nivel educativo de los padres, la situación económica y el desempleo. Adicionalmente, se destacan elementos como el parto domiciliario, la migración de los progenitores y el entorno de residencias en áreas periurbanas, que incrementan las probabilidades de incumplimiento del calendario de vacunación. También se consideran factores contextuales, como las creencias socioculturales, el temor a los efectos adversos de las vacunas y la percepción general sobre su efectividad, que influyen en las decisiones de vacunación de los padres. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo proporcionar un enfoque metodológico innovador para identificar y analizar estos factores, facilitando así el desarrollo de estrategias efectivas que promuevan la inmunización infantil en el país. La implementación de este método neutrosófico pretende contribuir significativamente a la mejora de la cobertura vacunal en Ecuador.

Palabras Claves: método neutrosófico, vacuna, vacunación, niño/a, factores, incumplimiento.

Abstract. The present study aims to develop a neutrosophic method to assess the factors related to non-compliance with the vaccination schedule in children under six months of age in Ecuador. In the national context, a considerable incidence of unvaccinated children or children with incomplete vaccination schedules has been observed, a situation that seriously affects public health. The research identifies that a significant majority of cases of non-immunization are closely linked to sociodemographic and cultural factors, including lack of knowledge about vaccination policies, educational level of parents, economic situation and unemployment. Additionally, elements such as home birth, parental migration and residential environment in peri-urban areas are highlighted, which increase the probability of non-compliance with the vaccination schedule. Contextual factors are also considered, such as sociocultural beliefs, fear of adverse effects of vaccines and general perception of their effectiveness, which influence parents' vaccination decisions. Therefore, this research aims to provide an innovative methodological approach to identify and analyze these factors, thus facilitating the development of effective strategies that promote childhood immunization in the country. The implementation of this neutrosophic method aims to contribute significantly to the improvement of vaccination coverage in Ecuador.

Keywords: neutrosophic method, vaccine, vaccination, child, factors, noncompliance.

1 Introducción

La vacunación infantil es un componente crucial de la salud pública, ya que protege a los niños de enfermedades inmunoprevenibles que pueden tener consecuencias graves [1]. Sin embargo, durante el año 2022, se reportó que un número alarmante de bebés no recibió la primera dosis de la vacuna DTP, mientras que otros infantes solo completaron una vacunación parcial [2]. Esta situación es particularmente preocupante, ya que se ha evidenciado que la gran mayoría de los casos de incumplimiento en el esquema de vacunación están relacionados con factores socioculturales y demográficos, que incluyen la falta de conocimiento sobre las políticas de vacunación y el nivel educativo de los padres. Además, aspectos como la situación económica, el desempleo, el parto domiciliario y la migración de familias desde zonas urbanas hacia áreas rurales también inciden en la tasa de vacunación [3, 22].

A nivel internacional, se observan problemas similares en países como México, donde la cobertura de vacunas es baja, lo que se traduce en un riesgo elevado de brotes de enfermedades prevenibles. En regiones específicas como Tamaulipas, Puebla y Coahuila, la situación es aún más crítica, con tasas de vacunación que descienden por debajo de los estándares recomendados. A pesar de los esfuerzos del sistema de salud para implementar programas de inoculación, se han encontrado múltiples restricciones que afectan negativamente la percepción y el acceso a la vacunación, lo que a su vez limita el progreso hacia el objetivo de inmunización comunitaria [3].

En este contexto, estudios realizados en diferentes países de América Latina han revelado que existen altos porcentajes de infantes con carnets de vacunación incompletos. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo investigaciones que permitan comprender a profundidad los factores que contribuyen a esta problemática. Esto facilitará el diseño de estrategias efectivas que aseguren la adecuada inmunización de la población infantil y la prevención de enfermedades mortales.

En este estudio se evidenció que un alto porcentaje de niños menores de seis meses presenta un esquema de vacunación incompleto. Se observó que el 15.3% de las madres tenían dos o más hijos, lo que podría complicar la atención dedicada a cada niño. Del mismo modo, el 15.1% de las madres residía en zonas rurales con un difícil acceso a los centros de vacunación, lo que plantea un desafío significativo para la inmunización. Adicionalmente, el4.7% de las madres no contaban con educación más allá de la primaria, mientras que el 16.3% alcanzó solo la secundaria o un nivel superior. Solo el 15% de las encuestadas tenía seguro de salud, contrastando con el 5.9% que no contaba con ningún tipo de cobertura. Estas cifras sugieren que el acceso limitado a servicios de salud, la educación baja de los padres y la inestabilidad económica son factores determinantes que afectan a la población infantil más vulnerable.

En Ecuador, un informe sobre coberturas de vacunación durante el año 2020 evidenció que se alcanzó una inmunización del 81% en BCG, mostrando una tendencia a la baja en comparación al 83% del año 2016. Al analizar por tipos de vacunas, se encontró que en niños menores de un año, las coberturas más elevadas correspondían a BCG, la vacuna contra hepatitis B y la vacuna anti neumocócica, mientras que otras vacunas se ubicaron por debajo del 70%. Según Solís Lino, los motivos de no vacunación en el Cantón Puerto López, provincia de Manabí, incluyen la enfermedad del niño (43%), dificultades de acceso al sitio de vacunación (33%), miedo a los efectos secundarios de las vacunas (16%) y olvidos en las fechas de vacunación (8%). Además, un estudio en el centro de Salud "Naranjal" evidenció que la falta de conocimiento sobre los beneficios de la vacunación y el bajo nivel educativo de las madres son determinantes significativos del incumplimiento de los esquemas de vacunación.

A su vez, en Guayaquil, se observó que la vacuna que presentó la mayor pérdida o atraso en la captación fue la pentavalente, que previene cinco enfermedades graves. La pandemia de COVID-19 ha exacerbado este problema, ya que en Ibarra, el 58% de las madres encuestadas no cumplió con el calendario de vacunación regular por temor al contagio. En cuanto a la disponibilidad de biológicos, el 45% indicaron que frecuentemente encontraban las vacunas en las unidades de salud al asistir a una cita, mientras que el 69% no contaba con suficiente conocimiento sobre las vacunas disponibles para sus hijos. En Azogues, un análisis sociodemográfico reveló que el 57% de los ciudadanos comprenden que las vacunas sirven para prevenir enfermedades, aunque un 58.6% de las madres expresó desconocer específicamente qué enfermedades son prevenidas.

El estudio concluyó que la tasa de inmunización del año 2020 se situó en un 81%, lo que representa un ligero descenso respecto al año 2016. La BCG, la vacuna contra hepatitis B y la anti neumocócica fueron las más efectivas, mientras que otras permanecieron por debajo del 70%. La falta de accesibilidad a los servicios de inmunización, el escaso conocimiento sobre los beneficios de las vacunas y dificultades en la comunicación con el personal de salud son factores que inciden en el incumplimiento de los esquemas de vacunación.

El incumplimiento del esquema de vacunación continúa siendo uno de los principales problemas de salud pública, representando un desafío significativo para el personal sanitario, cuya meta es disminuir el riesgo de transmisión de enfermedades inmunoprevenibles en la población infantil. Las vacunas son fundamentales en la protección individual contra enfermedades, contribuyendo a su control y eliminación a nivel poblacional. No obstante, persiste una tendencia de rechazo hacia la vacunación, a pesar de la evidencia de su impacto positivo en la salud pública y el bienestar social [4, 20].

El propósito de esta investigación es identificar los factores asociados al incumplimiento del esquema de

vacunación en niños menores de seis meses, un tema de gran gravedad para la salud pública. La inmunización protege a los niños de enfermedades que aún no han sido erradicadas y previene contagios en aquellos con un sistema inmunológico débil. La responsabilidad de asegurar la adecuada inmunización recae en los padres, madres y cuidadores, quienes desempeñan un papel crucial en el crecimiento y los cuidados de los niños desde su nacimiento, contribuyendo así a la disminución de la mortalidad infantil y a la mejora en los indicadores de vacunación.

A partir de la problemática antes descrita la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses en Ecuador.

2 Materiales y métodos

La evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses puede ser modelado como un problema de toma de decisión multicriterio [5, 6, 29]. De modo que se tenga [7], [8], [9, 21]:

- Un conjunto de procedimientos que contribuyen al esquema de vacunación infantil $R = \{\mathrm{R}_1, \ldots \mathrm{R}_\mathrm{n}\}, \mathrm{n} \geq 2$;
- Que son expuestos al conjunto de alternativas que representan los casos clínicos $I = \{\mathrm{I}_1, \ldots \mathrm{I}_\mathrm{m}\}, \mathrm{m} \geq 2;$

La estimación de la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños, está conformada por el grupo de criterios que determinan el impacto en el tratamiento integral de la salud, que pueden ser modelado mediante los números neutrosóficos propuestos por Smarandache [10], [11, 23].

El nivel de impacto de un criterio se puede expresar mediante una relación directa de su influencia o la negación de este con un espectro de neutralidad representando un dominio numérico neutrosófico de Valor Único (SVN por sus siglas en Inglés) [12], [13], [21]. El nivel de impacto es expresado mediante tres condiciones:

- Un criterio <A> pude implicar negativamente por un criterio <B> de modo que si <A> disminuye <B> disminuye según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> puede implicar positivamente por un criterio <B> de modo que si <A> incrementa B incrementa según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> no posee implicación por un criterio <B> de modo que las variaciones de <A> no poseen implicación en <B>.

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado como [14, 24, 30]:

Sean

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n,$

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{1}$$

El método para la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses, se diseñó mediante un flujo de trabajo compuesto por cuatro actividades que en su integración conforman el análisis integral. A continuación se realiza una descripción de las actividades propuestas.

Actividad 1 análisis de la información

Para nutrir el funcionamiento del método propuesto, se identifican las fuentes de información y posteriormente se almacenan en bases de datos para su posterior transformación y análisis. Dicha actividad utiliza la base de conocimiento empírica organizacional. Consiste en la recolección de informaciones históricas almacenadas en el Esquema Nacional de Vacunación para diversos casos.

Apoyado en la neutrosofía se obtiene una mejor interpretabilidad de los datos, utilizan los conjuntos SVNS los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas. Los criterios de evaluación son expresados mediante un universo de discurso se denota como (X). Donde el conjunto neutrosófico de valor único se define como *A* sobre *X,* el cual es un objeto de la forma, como se muestra en la ecuación 2.

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\}d \tag{2}$$

Donde: (x)X → [0,1], $rA(x) \rightarrow [0,1]$, $vA(x) \rightarrow [0,1]$; con $0 \leq uA(x) + rA(x) + vA(x) : \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo (x), $rA(x)$ y $vA(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, sucesivamente. El valor del conjunto neutrosófico de se expresa tal como muestra la ecuación 3.

$$A = (a, b, c) \quad (3)$$

Donde: a, b, c ∈ [0,1], a+b+c ≤ 3

Actividad 2 Transformación de los datos

Cada dato describe las características que describen el indicador, a partir de números neutrosóficos [15], [16], [25] . Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN, tal que: $A_j{}^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$, j=(1,2, … , n), $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.

Tal que $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$($i$ = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n), Las B_i y A^* obtenido mediante la ecuación 4:

$$d_i=\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

(i = 1,2,3… , m)

Se emplea la media de similaridad a partir de la obtención de la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación 5.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (5)$$

El cálculo permite la obtención de la medida de la alternativa A_i . A partir de la similitud el método se debe buscar cuál de los datos tienen mayor cercanía al conjunto solución S_i a partir de lo cual, la vecindad se obtiene un orden de las alternativas [17-19], [31]. Mientras más pequeña sea la vecindad mayor será la similitud [16, 30], [17], [21], [26] .

Actividad 3 Filtrado y comparación de los datos

La actividad consiste en evaluar el comportamiento de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación para un determinado caso. Para ello se utiliza la escala lingüística S, $V_k^j \in S$.

Donde: $S = \{S_1, , S_g\}$ que representan el conjunto de etiquetas lingüísticas para evaluar las características de los factores C_k.

La evaluación realizada es considerada la preferencia del proceso a partir de la cual se obtienen:

$$P = \{P_1, \dots P_e\},$$

Los valores obtenidos son comparados con los datos almacenados previamente, se realiza un proceso de comparación mediante la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación (6).

$$S=1-\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

La función S determina la similitud entre los valores de los datos almacenados y las preferencias obtenidas realizando la comparación con toda la vecindad existente.

Actividad 4 Generación de recomendaciones

A partir de la obtención de la similitud, se realiza el proceso de recomendaciones. Las recomendaciones se realizan a partir de los datos almacenados. Consiste en generar un ordenamiento sobre la vecindad de similitud. El mejor resultado será aquel que satisfaga la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses, lo cual es determinado por la mayor similitud.

3 Resultado y discusión

El método propuesto fue probado para la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses. Los resultados son representados mediante las alternativas I, de modo que:

$$I = \{i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6, i_7\}$$

Valorado a partir del conjunto de características C que describen el caso tal que:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$$

Donde:

Criterio 1: Acceso a servicios de salud: disponibilidad y accesibilidad de los centros de salud, incluyendo la distancia, el transporte disponible y los horarios de atención, para determinar las barreras logísticas que enfrentan las familias.

Criterio 2: Conocimiento y educación sobre vacunas: nivel de comprensión de los padres, madres y cuidadores respecto a la importancia y seguridad de las vacunas, así como la influencia de desinformación y creencias populares en sus decisiones.

Criterio 3: Situación socioeconómica: impacto de la situación económica de las familias, incluyendo ingresos, empleo y estabilidad financiera, en su capacidad para asistir regularmente a las citas de vacunación.

Criterio 4: Apoyo familiar y red de cuidado: dinámica familiar, incluyendo la disponibilidad de apoyo de otros miembros de la familia o comunidad, que puede facilitar o dificultar la asistencia a las citas de vacunación.

Criterio 5: Impacto de eventos externos: efecto de eventos o crisis externas, como la pandemia de COVID-19, en la percepción de riesgo y la accesibilidad a servicios de salud, así como su influencia en el comportamiento de búsqueda de atención médica.

A partir del conjunto de etiquetas lingüísticas que se presenta en la tabla 1 [15], definidas como:

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)

A partir de la aplicación del método se obtienen como resultado la expresión de comparación que se muestra en la expresión 5 como escenario óptimo, estos datos son almacenados en la base de caso para nuevos análisis.

$$P_e = \{\text{MDB}, \text{MDM}, \text{MMB}, \text{MMM}, \text{MA}\} \tag{7}$$

Tabla 2. Base de datos de la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación infantil.

Vista de factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación infantil					
A_i	**Criterio 1**	**Criterio 2**	**Criterio 3**	**Criterio 4**	**Criterio 5**
A_1	Buena (B)	Buena (B)	Muy mala (MM)	Mala (MA)	Media (M)
A_2	Mala (MA)	Mala (MA)	Mala (MA)	Buena (B)	Mala (MA)
A_3	Medianamente mala (MDM)	Medianamente mala (MDM)	Buena (B)	Medianamente mala (MDM)	Mala (MA)
A_4	Mala (MA)	Muy muy mala (MMM)	Buena (B)	Mala (MA)	Muy mala (MM)
A_5	Media (M)	Media (M)	Medianamente buena (MDB)	Medianamente buena (MDB)	Medianamente buena (MDB)
A_6	Mala (MA)	Mala (MA)	Medianamente buena (MDB)	Buena (B)	Buena (B)
A_7	Medianamente mala (MDM)	Medianamente mala (MDM)	Muy muy mala (MMM)	Muy mala (MM)	Medianamente buena (MDB)
Perfil de comparación				{MDB, MDM, MMB, MMM, MA}	

A partir de la corrida de los datos, se obtiene su filtrado que proporciona un mapa para cada alternativa objeto de análisis. Las Figuras 1 a 7 presentan el mapa de datos obtenidos mediante una gráfica de barra.

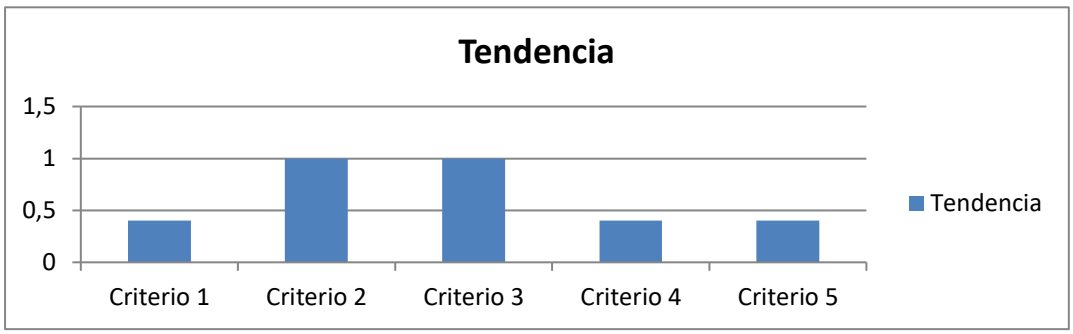


Figura 1: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 1.

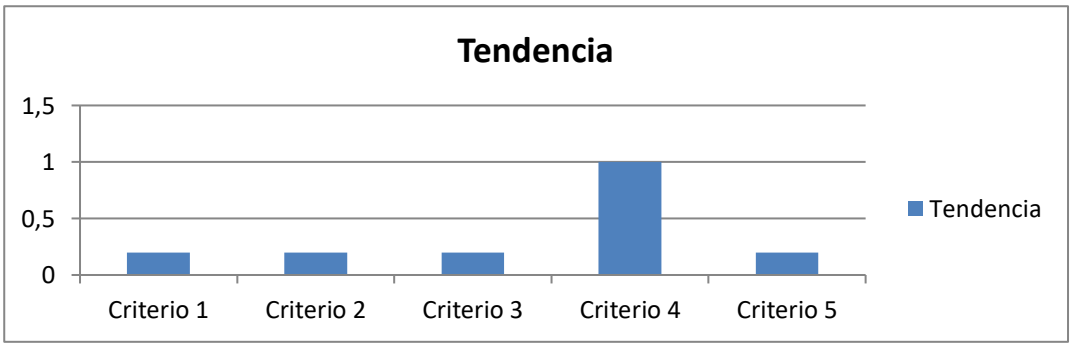


Figura 2: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 2.

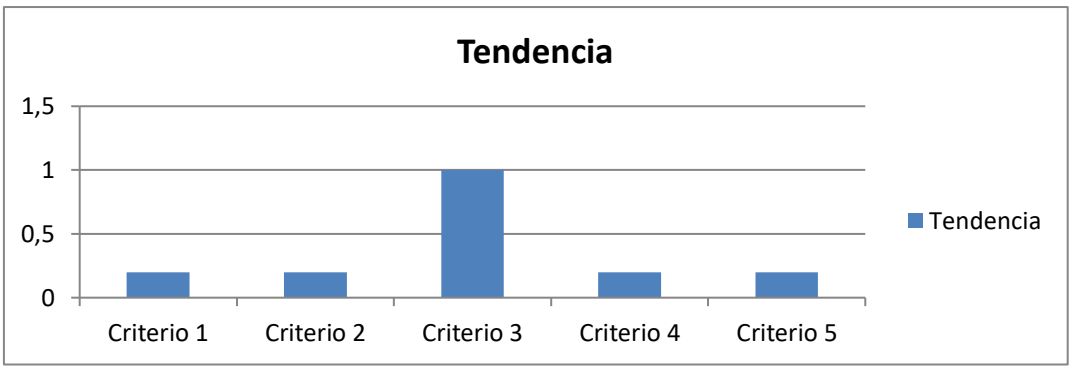


Figura 3: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 3.

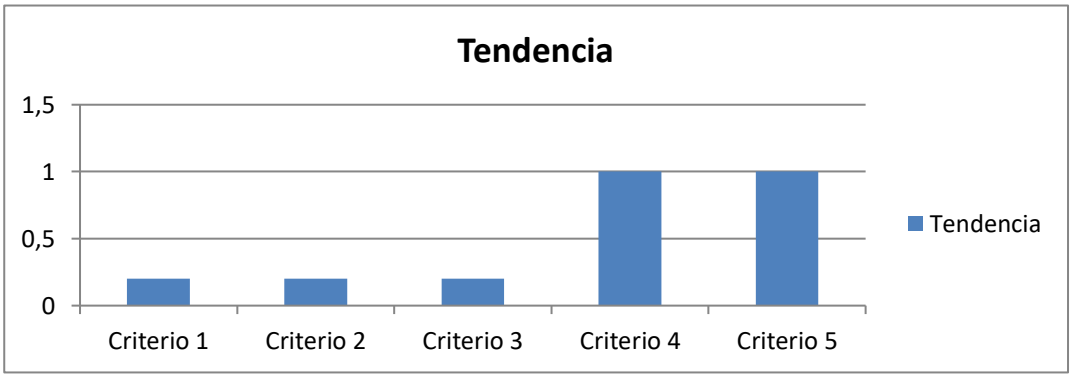


Figura 4: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 4.

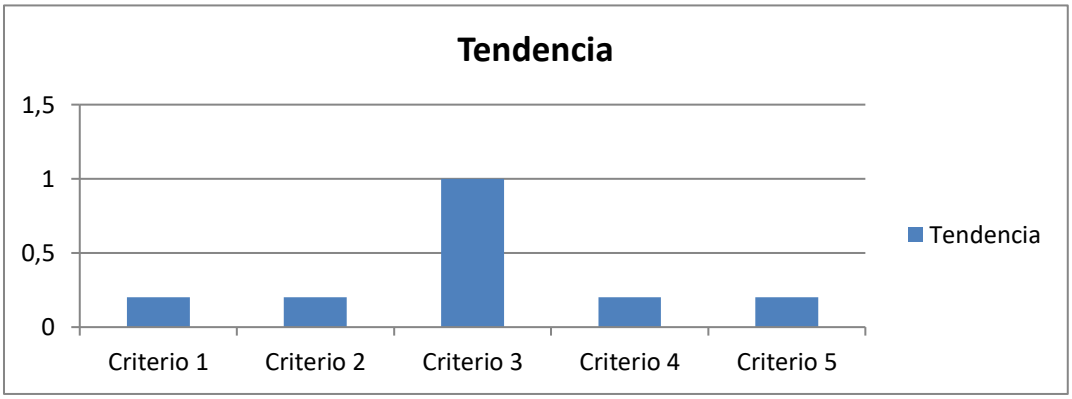


Figura 5: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 5.

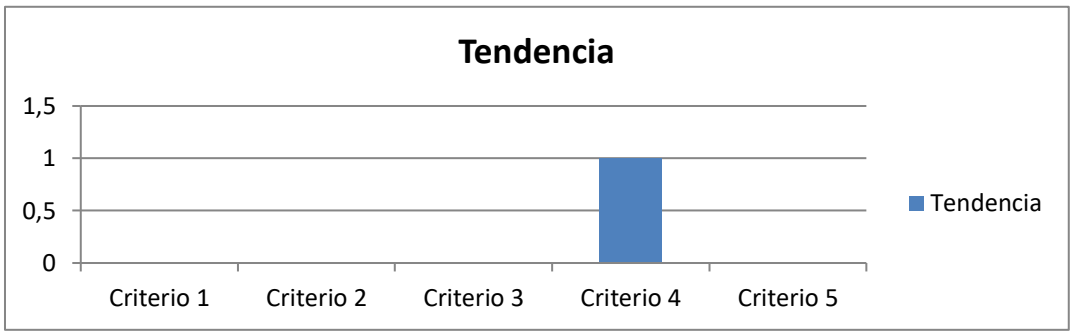


Figura 6: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 6.

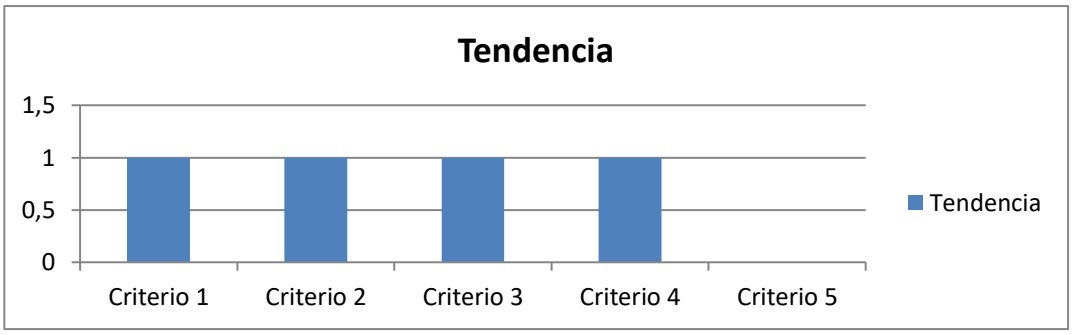


Figura 7: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 7.

Una vez obtenido el mapa de las alternativas se obtuvo el cálculo de la similitud que se muestra mediante la tabla 3.

Tabla 3: Similitud entre los productos y el perfil del producto.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
0.20	0.30	0.80	0.60	0.40	0.30	0.30

Por lo tanto a partir del análisis de los resultados se realiza el proceso de ordenamiento de alternativas. A partir del proceso recomienda el escenario más favorable. La expresión 8 muestra el resultado del ordenamiento realizado.

$$\{a_3, a_4, a_5\} \quad (8)$$

A partir del ordenamiento el método realiza como recomendación la (a_3) que se corresponden con la

evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses, y posteriormente (a_4, a_5) como segundo nivel de evaluación según el análisis realizado. [32, 33, 34]

El incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses puede atribuirse a una variedad de factores interrelacionados que afectan a los padres, madres y cuidadores. En primer lugar, el acceso físico a los centros de salud se complica debido a la ubicación de estos, que a menudo carecen de transporte público adecuado, obligando a las familias a utilizar medios de transporte más costosos como taxis. Esta situación se ve agravada por las ocupaciones de los adultos, quienes, en su mayoría, dedican su tiempo a labores domésticas y carecen del apoyo necesario para asistir a las citas de vacunación.

Además, las creencias y niveles de conocimiento sobre la importancia de las vacunas influyen significativamente; la desinformación prevalente acerca de la vacunación y los mitos asociados a su seguridad contribuyen a la reticencia de algunas familias. La falta de educación formal también puede limitar la comprensión de los beneficios de la inmunización, creando un ciclo de desconfianza y negligencia en el cumplimiento del calendario de vacunación. Estos factores no solo dificultan el acceso a la atención necesaria, sino que también perpetúan la falta de acción en la protección de la salud infantil.

4 Discusión

Con la implementación de método propuesto fue posible la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses. El método basó su funcionamiento mediante números neutrosóficos para modelar la incertidumbre. Los resultados mostraron que aunque algunas familias cuentan con recursos que les permiten acceder a transporte, la falta de disponibilidad de transporte público eficiente en el sector complica el desplazamiento hacia los centros de salud. Esta dificultad representa una barrera significativa para la asistencia a las citas de vacunación, ya que muchos optan por métodos alternativos que implican un costo adicional, lo que puede limitar aún más su capacidad de acudir regularmente a las vacunaciones. La dinámica familiar y ocupacional también juega un rol crucial. [20, 27, 31]

La mayoría de los cuidadores se encuentran en situaciones que demandan mucho tiempo, como las tareas del hogar y la gestión de pequeños negocios. Para aquellos que trabajan, la inflexibilidad en los horarios laborales puede generar conflictos que no permiten la asistencia a estas citas. Además, la mayor proporción de cuidadores solteros sugiere que pueden estar manejando sus responsabilidades sin el apoyo de una pareja, lo que puede aumentar la carga y dificultar la planificación para llevar a los niños a vacunar. [21, 32]

El conocimiento y la información sobre las vacunas son otro factor crítico que influye en el incumplimiento del esquema. La desinformación que circula en internet, junto con creencias erróneas transmitidas socialmente, lleva a muchos a cuestionar no solo la eficacia sino también la necesidad de las vacunas. Estos mitos, en combinación con la falta de educación sobre salud preventiva, decretan una mayor resistencia a seguir el calendario de vacunación establecido. El establecimiento de estrategias educativas que aborden estas inquietudes es fundamental para cambiar la percepción acerca de la vacunación y fomentar una mejor comprensión de sus beneficios reales. [28, 33]

Asimismo, el contexto de la pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto profundo en la conducta de las familias hacia la vacunación. El miedo al contagio y las restricciones sociales han limitado considerablemente el acceso a los servicios de salud. Este fenómeno se manifiesta en una disminución observable en la asistencia a las citas de vacunación, lo que agrava un problema que ya era crítico. En este sentido, la recuperación de las coberturas de vacunación antes de la pandemia requerirá esfuerzos concentrados para garantizar que las familias se sientan seguras y apoyadas en la atención a la salud de sus hijos. [34]

Conclusión

La investigación sobre el incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses ha permitido identificar diversos factores críticos que afectan la adherencia a las pautas de vacunación establecidas. Utilizando el método neutrosófico, se ha logrado evaluar la complejidad de estas variables desde una perspectiva holística, integrando dimensiones sociales, económicas, educativas y culturales. Los resultados evidencian que el nivel educativo de los cuidadores, sus ocupaciones, la desinformación sobre las vacunas y las barreras logísticas para acceder a los servicios de salud son determinantes clave en el incumplimiento de las inmunizaciones. Además, la pandemia de COVID-19 ha amplificado estas dificultades, creando un entorno de desconfianza y temor que ha obstaculizado la asistencia a las citas de vacunación. Al comprender la realidad multifacética que enfrenta la población, se concluye que es imperativo implementar estrategias efectivas de sensibilización y educación, así como mejorar la accesibilidad a los servicios de salud, para garantizar que todos los niños reciban la protección necesaria a través de la vacunación oportuna. El enfoque neutrosófico ha sido fundamental para plantear un análisis integral que ayude a diseñar intervenciones más adaptadas a las necesidades específicas de las comunidades involucradas en esta problemática.

Referencias

[1] C. S. Alvarez Cadillo, "Factores socioculturales y cumplimiento del calendario de vacunación del niño menor de un año que acude a un centro de salud en San Juan de Miraflores, Lima–Perú 2023."

[2] B. A. H. Cañas Venegas, and R. L. Hernandez Santa Cruz, "Factores asociados al incumplimiento del esquema de vacunación en madres con niños menores de 5 años del Centro de Salud "Polígono IV"-Callao-Perú, 2022," 2022.

[3] E. I. L. Loarte, C. A. M. Quizhpe, A. d. C. R. Porras, and S. M. C. Gonzaga, "Caracterización del incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de 2 años en centros de salud del Cantón Loja," *Enfermería Investiga,* vol. 8, no. 3, pp. 4-10, 2023.

[4] M. Boscan, B. Salinas, M. L. Trestini, and M. Tomat, "Actitud de las madres en el cumplimiento del calendario de vacunación de niños menores de 6 años," *Salus,* vol. 16, no. 1, pp. 33-41, 2012.

[5] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, "Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación," *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.

[6] C. Bouza. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en contabilidad, administración, economía," https://www.researchgate.net/publication/303551295_METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LA_TOMA_DE_DECISIONES_EN_CONTABILIDAD_ADMINISTRACION_ECONOMIA.

[7] R. Garza-Ríos, C. González-Sánchez, I. Pérez-Vergara, E. Martínez-Delgado, and M. Sanler-Cruz, "Concepción de un procedimiento utilizando herramientas cuantitativas para mejorar el desempeño empresarial," *Ingeniería Industrial,* vol. 33, pp. 239-248, 2012.

[8] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[9] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map," *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[10] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[11] F. Smarandache, *Symbolic neutrosophic theory*: Infinite Study, 2015.

[12] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y.-Q. Zhang, *interval neutrosophic sets and logic: theory and applications in computing: Theory and applications in computing*: Infinite Study, 2005.

[13] F. Martínez, "Aplicaciones al modelo conexionista de lenguaje y su aplicación al reconocimiento de secuencias y traducción automática," Universidad Poloténica de Valencia, 2012.

[14] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[15] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[16] L. K. Á. Gómez, D. A. V. Intriago, A. M. I. Morán, L. R. M. Gómez, J. A. A. Armas, M. A. M. Alcívar, and L. K. B. Villanueva, "Use of neutrosophy for the detection of operational risk in corporate financial management for administrative excellence," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 75, 2019.

[17] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[18] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[19] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.

[20] Anilema, C. A. M., Ricardo, J. E., & Mosquera, G. A. C. "La desnaturalización del derecho a la libertad de expresión como consecuencia de la conducta de incitación al odio en el ámbito político, en redes sociales, en Ecuador en las elecciones presidenciales en el año 2021". Debate Jurídico Ecuador, vol. 7 núm. 1, pp 17-33, 2024

[21] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[22] Ramos-Carpio, J. P., Machado, O. J. A., Ricardo, J. E., & Vasquez, A. B. M. "Assessing Higher Education's Role in Personality Formation Using NeutroAlgebra". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 50-57, 2024.

[23] Machado, O. J. A., & Ricardo, J. E. "Learning tree to guarantee access to and use of interactive education, training and integral formation programs in Amazonian, rural and insular areas of Ecuador". Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias, vol. 3, pp 1139-1139, 2024.

[24] Vázquez, M. Y. L., Ricardo, J. E., Hernández, N. B., Casanova, R. S., & Smarandache, F. "ANÁLISIS NEUTROSÓFICO DE LAS ACTITUDES HACIA LA MÁQUINA DE EXPERIENCIA DE NOZICK." Investigación Operacional, vol. 45 núm. 4, pp 457, 2024.

[25] López Gutiérrez, J. C., Pérez Ones, I., Estupiñán Ricardo, J., & Ramos Carpio, J. P. "Integrating Neutrosophic Theory into Regression Models for Enhanced Prediction of Uncertainty in Social Innovation Ecosystems." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71 núm. 1, pp 18, 2024.

[26] Yugcha Vilema, A. P. "La aplicación de la teoría del tipo en el delito de muerte culposa del coip y su incidencia con los principios de máxima taxatividad legal, seguridad jurídica y tutela judicial efectiva en el cantón tena, año 2021" (Master's thesis), 2023.

[27] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Palacios, A. J. P., & Ojeda, Y. E. A. "Inteligencia artificial y propiedad intelectual". Universidad y sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 362-368, 2021.

[28] Macas-Acosta, G., Ricardo, J. E., Vergara-Romero, A., & Sánchez, F. M. "Evaluating the direct effect of an increase in the Value Added Tax on business sales using the Delphi and NAHP+ NSC methods." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 131-140, 2024.

[29] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[30] Amores, E. R., Vega, L. L., Sánchez, F. M., & León, V. L. "Modelo econométrico de los gastos operativos de la banca en el Ecuador: Periodo 2012–2019: Econometric model of banking operating expenses in Ecuador: Period 2012-2019". REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA, vol. 8 núm. 3, pp 80-99, 2021.

[31] Vergara-Romero, A. "Políticas Públicas para el Desarrollo Local sostenible: Caso Guayaquil." Universidad Ecotec, 2021.

[32] Sánchez, F. M., Santos, C. E. O., & Sentí, V. E. "La gestión del conocimiento y el aprendizaje. Aspectos metodológicos." UCE Ciencia. Revista de postgrado, vol. 7 núm. 2, 2019.

[33] Santos, O. O., Torres, M. O., Anido, L. S., & Sánchez, F. M. "Herramientas Matemáticas como Vía para el Diseño de Sistemas de Estimulación Laboral." GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, vol. 6 núm. 2, pp 61-74, 2018.

[34] Baquerizo, R. M. P., Sánchez, F. M., ORTEGA, C. E., & Estrada, A. F. "Bases de una estrategia de gestión del conocimiento para la universidad inteligente de clase mundial." Revista Espacios, vol. 38, pp 1-13, 2017.

Recibido: Septiembre 22, 2024. Aceptado: Octubre 09, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos en el Hospital Básico de "Baeza"

Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of the factors that contribute to the shortage of medical supplies at the "Baeza" Basic Hospital

Olga Mireya Alonzo Pico[1], Angela Pamela Meneses Abril[2], and Sara Ximena Guerrón Enríquez[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.olgaalonzo@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; et.angelapma79@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.saraxge69@uniandes.edu.ec

Resumen. La investigación se llevó a cabo en el Hospital Básico de Baeza, ubicado en el cantón Quijos, provincia de Napo, con el objetivo de utilizar el Mapa Cognitivo Neutrosófico para analizar los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos. A través de este enfoque, se identificaron varios elementos críticos que afectan la disponibilidad de insumos médicos en el hospital. Entre los factores más significativos se encontraron la falta de proveedores, la ausencia de postulación para la adjudicación de órdenes de compra, proveedores impagos, y prolongados tiempos de entrega de medicamentos y dispositivos médicos. Además, se observó que las compras centralizadas y la carencia de vehículos para el transporte de insumos obstaculizaban el proceso de abastecimiento. Otra complicación radicó en que las cantidades de medicamentos y dispositivos entregados eran mínimas y la falta de espacio físico adecuado para su almacenamiento dificultaba aún más la situación. A pesar de que se realizó un levantamiento de necesidades, se evidenció una deficiencia en la comunicación entre el personal del hospital y quienes manejan los procesos de adquisición, lo que contribuyó al problema. Como parte de la propuesta de solución, se implementó un plan de intervención que incluyó un monitoreo diario, destinado a reducir los factores que provocan el desabastecimiento de insumos médicos. Esta estrategia no solo busca mejorar el flujo de insumos, sino también optimizar la coordinación entre los diferentes actores involucrados en el proceso de adquisición, fomentando así una atención médica más eficiente en el Hospital Básico de Baeza.

Palabras Claves: Mapa Cognitivo Neutrosófico, desabastecimiento, insumos médicos, hospital.

Abstract. The research was carried out at the Baeza Basic Hospital, located in the Quijos canton, Napo province, with the aim of using the Neutrosophic Cognitive Map to analyze the factors that contribute to the shortage of medical supplies. Through this approach, several critical elements that affect the availability of medical supplies in the hospital were identified. Among the most significant factors were the lack of suppliers, the absence of applications for the award of purchase orders, unpaid suppliers, and long delivery times for medicines and medical devices. In addition, it was observed that centralized purchases and the lack of vehicles for the transport of supplies hindered the supply process. Another complication was that the quantities of medicines and devices delivered were minimal and the lack of adequate physical space for their storage made the situation even more difficult. Despite the fact that a needs survey was carried out, a deficiency in communication between the hospital staff and those who manage the acquisition processes was evident, which contributed to the problem. As part of the proposed solution, an intervention plan was implemented that included daily monitoring, aimed at reducing the factors that cause shortages of medical supplies. This strategy not only seeks to improve the flow of supplies, but also to optimize coordination between the different actors involved in the acquisition process, thus promoting more efficient medical care at the Baeza Basic Hospital.

Keywords: Cognitive Neutrosophic Map, shortages, medical supplies, hospital.

1 Introducción

La salud enfrenta una crisis sanitaria a nivel mundial que ha desestabilizado económicamente a muchos países, lo que ha contribuido al desabastecimiento de insumos médicos, complicando el acceso a servicios de salud de calidad y seguridad, especialmente en el sector público [1, 53]. En la provincia de Napo, donde se encuentran aproximadamente 44 establecimientos de salud, solo seis cuentan con internación hospitalaria, generando una alta demanda por parte de la población, ya que en la Amazonía se registran índices elevados de enfermedades en comparación con otras regiones del país. Este desabastecimiento provoca malestar en la comunidad, dado que muchos pacientes provienen de sectores de escasos recursos económicos y no pueden costear la medicación, la cual, cuando se encuentra disponible, tiene precios elevados en farmacias [2, 45].

En este contexto, el Hospital Básico de Baeza se erige como una vital fuente de atención médica, recibiendo a alrededor de 150 personas al día, incluyendo pacientes de otros cantones de la Amazonía baja e incluso de territorios fronterizos. A pesar de contar con un equipo de profesionales altamente capacitados, el desabastecimiento de insumos médicos ha generado una disminución en la calidad de atención que se puede ofrecer. La situación es aún más crítica, considerando que el Ministerio de Salud Pública, como autoridad sanitaria nacional, tiene la responsabilidad de garantizar el derecho a la salud de la población. Sin embargo, debido a irregularidades en los procesos de adquisición y a la llegada de insumos con fecha cercana a su caducidad, se obstaculiza el acceso oportuno a la medicación necesaria, afectando gravemente a los pacientes y a la propia institución de salud [3]. Esto subraya la urgente necesidad de analizar y abordar los factores que contribuyen a este desabastecimiento en el Hospital Básico de Baeza. [54, 55]

El desabastecimiento de insumos médicos en el Hospital Básico de Baeza representa un problema crítico que afecta de manera directa la salud pública de la población, intensificando el sufrimiento de pacientes que dependen de una atención médica oportuna y efectiva. Entre las causas que desencadenan este fenómeno se destacan la disminución en la producción de materia prima por parte de las empresas proveedoras, así como demoras en la distribución de los productos. Estas dificultades obligan a muchos pacientes a incurrir en gastos significativos para completar el tratamiento de sus enfermedades. La falta de compromiso por parte de las entidades no gubernamentales que prestan servicios de salud también contribuye a la crisis, complicando aún más la adquisición de insumos esenciales. A menudo, la contraposición entre las características de los productos demandados y aquellos disponibles genera la anulación de procesos de contratación, exacerbando la carencia de recursos [4, 46, 53].

Las redes de salud, como respuesta al desabastecimiento, se ven forzadas a adquirir medicamentos a través de subastas o a depender de donaciones de insumos recuperados de pacientes que ya no los utilizan. Sin embargo, la alta demanda, especialmente en un hospital que atiende una amplia población, significa que persisten muchos requerimientos insatisfechos, no solo para curaciones de heridas menores, sino también para atender a pacientes críticos que, por la gravedad de su estado, requieren insumos específicos para procedimientos vitales, como la intubación [5]. La falta de insumos adecuados puede obligar a los profesionales de salud a utilizar soluciones alternativas de menor concentración, las cuales son menos eficaces y pueden poner en riesgo la vida de aquellos pacientes con enfermedades crónicas [1, 47].

En el contexto ecuatoriano, el desabastecimiento se caracteriza por interrupciones en la disponibilidad de insumos, ya sean temporales o definitivas, lo que vulnera el derecho a la salud y contraviene las normativas del sistema de salud pública. En muchos casos, ante la realidad socioeconómica de los pacientes, los médicos optan por prescribir medicamentos genéricos, que resultan menos costosos pero que, a su vez, pueden ser menos eficaces e incluso provocar efectos adversos serios. [57]

En el Hospital Básico de Baeza, que se encuentra situado en una zona de alto tránsito, se recibe una considerable cantidad de pacientes víctimas de accidentes, quienes a menudo llegan en estado crítico. La falta de equipos adecuados para la atención de estos casos obliga a los profesionales a actuar rápidamente, requiriendo medicaciones específicas para la sedación y estabilización de los pacientes, como el Midazolam, la Lidocaína o el Rocuronio [2, 6]. Sin embargo, la escasez de estos insumos obliga a los familiares a buscarlos en farmacias aledañas o incluso a pagar cuantiosas sumas para conseguirlos desde ciudades distantes, lo que, en situaciones de emergencia, puede deteriorar aún más el estado de salud de los pacientes antes de recibir el tratamiento necesario.

Basado en el escenario descrito, la presente investigación tiene como objetivo de utilizar el Mapa Cognitivo Neutrosófico para analizar los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos.

2 Materiales y métodos

Los problemas que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos, pueden ser modelado como un problema de toma de decisiones multicriterio a partir del:

Conjunto de casos clínicos que representan las alternativas a analizar sobre desabastecimiento de insumos médicos, en el que:

El número de casos $P= \{P_1, \dots P_n\},\ n \geq 1,$

Que poseen un grupo de dificultades para acceder a los insumos médicos necesarios, y que representan los múltiples criterios valorativos donde:

$C = \{C_1, \dots C_m\},\ m \geq 2.$

La investigación ha sido desarrollada utilizando un enfoque cualitativo a partir del uso del método científico [7, 45, 58]. Se enmarca en el objeto de estudio del análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos. Utiliza técnicas de inteligencia artificial para la inferencia sobre el análisis de incidencias y basa su funcionamiento a partir del método científico del criterio de expertos para obtener la base de conocimiento necesaria en el desarrollo de la investigación. Para el desarrollo de la presente investigación se modeló las relaciones causales asociadas a los factores asociados al desabastecimiento de insumos médicos.

Modelos causales: existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas en forma de grafos, donde cada modelo causal que se puede representar por un grafo son representaciones de la causalidad entre conceptos. Los modelos causales permiten modelar la causa o efecto de un determinado evento [8], [9,44]. La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.

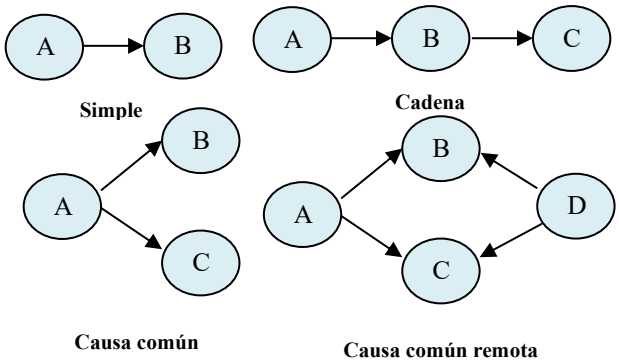


Figura 1: Ejemplo de grafos causales.

El Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) es una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos propuesta por Kosko [10] como una extensión de los modelos mentales empleando valores difusos en un intervalo de [-1,1] [11], [12]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [13, 14, 45].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [15, 48]:

• $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos $C_j\, y\, C_i$. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i.

• $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos $C_j\ y\ C_i$. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i.

• $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos $C_j\ y\ C_i$.

2.2 Método para el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos.

El sistema propuesto está estructurado para soportar el proceso de gestión para el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modelan los factores, partir del conjunto de criterios para casos de desabastecimiento. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el negocio propuesto (entradas, procesamiento y salidas).

- **Las entradas del sistema**: representan el conjunto de casos a analizar los problemas de desabastecimiento de insumos médicos. Las relaciones causales que poseen y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.
- **El procesamiento del sistema**: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia para el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos.
- **Las salidas del sistema**: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos.

El método para el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos, está

conformado por cinco actividades (identificación de los factores, determinación de las relaciones causales, identificación de los pesos atribuidos a los factores, identificación de las consecuencias y generación del resultado) que son descritas a continuación.

Actividad 1 identificación de los factores: La identificación de los factores representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos, los cuales representan la base de inferencia [16-18]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de factores posibles.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de los factores [19, 20]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos [21-23] [44, 49]. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los factores no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

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]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [24], [25] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \cdot\cdot & \overline{\cdot\cdot} & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \overline{W_{ij}} & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j. C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte caulsalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a los factores: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [26], [27] [28-30]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada factorn [31-33], [34, 50].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{1}$$

Actividad 4 identificación de las consecuencias: la identificación de las consecuencias es la actividad que consiste en determinar cuáles son las consecuencias del desabastecimiento de insumos médicos, en los casos analizados [35, 36]. Para ello se entrevista al personal médico a cargo del caso y se determina el grado de preferencia que poseen los factores a partir del desabastecimiento [37-39], [45]. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre las consecuencias.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Consecuencias
[0,1,1]	Ausencia de consecuencias (AC)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia de consecuencias (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia de consecuencias (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia de consecuencias (PS)
[1,0,0]	Alta presencia de consecuencias (AP)

Actividad 5 generación del resultado: el proceso del resultado se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [40], [41], [42] los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (2)$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación [43, 51].

4 Resultados y discusión

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos. [54, 55]. A partir del análisis de casos es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis de los factores de desabastecimiento. A continuación se describen los resultados del estudio realizado en el Hospital Básico de "Baeza"

Actividad 1 identificación de los factores:

El proceso de selección de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos en el Hospital Básico de "Baeza", se realizó mediante criterio de experto, llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de los factores.

Nodo	Factores del desabastecimiento de insumos médicos
C_1	Problemas en la cadena de suministro: Interrupciones en la cadena de suministro debido a dificultades logísticas, falta de transporte, o retrasos en la entrega de proveedores.
C_2	Planificación inadecuada del inventario: Falta de un sistema eficiente de planificación y gestión de inventarios, que puede resultar en órdenes insuficientes o excesivas de insumos, y en una mala previsión de la demanda.
C_3	Presupuestos limitados: Restricciones financieras que impiden la compra adecuada de insumos médicos, lo que provoca escasez de productos esenciales y dificulta la capacidad de respuesta ante emergencias.
C_4	Falta de comunicación: Deficiencias en la comunicación entre los departamentos del hospital y los proveedores, que pueden llevar a la falta de coordinación y a la no identificación oportuna de necesidades de insumos.
C_5	Fluctuaciones en la demanda: Cambios inesperados en la demanda de insumos médicos, que pueden ser causados por brotes de enfermedades, cambios en la población del área, o eventos públicos, y que no siempre son anticipados adecuadamente.
C_6	Desactualización de protocolos y normativas: Ausencia de actualización en los protocolos de gestión de insumos médicos que reflejen las mejores prácticas y estándares actuales, lo que puede limitar la eficiencia en la adquisición y uso de insumos.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre los factores se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante.

	C_1	**C_2**	**C_3**	**C_4**	**C_5**	**C_6**
C_1	[0, 0,0]	[0.5, 0.25,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.5, 0.25,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[1,0,0]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_3	[1,0,0]	[0.5, 0.25,0]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]
C_4	[1,0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]
C_5	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[1,0,0]
C_6	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificaciones de los pesos atribuidos a los factores:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), Se obtiene el comportamiento del peso atribuido a los factores. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a los factores.

ID	**Factores del desabastecimiento de insumos médicos**	**Peso**
C_1	Problemas en la cadena de suministro	[0.65,0.35,0.40]
C_2	Planificación inadecuada del inventario	[0.8,0,15,0.20]
C_3	Presupuestos limitados	[0.73,0.25,0.30]
C_4	Falta de comunicación	[0.75,0.25,0.30]
C_5	Fluctuaciones en la demanda	[0.8,0,15,0.20]
C_5	Desactualización de protocolos y normativas	[0.8,0,15,0.20]

Actividad 4 identificación de las consecuencias:

A partir de la entrevista al personal médico se determinó el grado de preferencia que poseen los factores de desabastecimiento mediante la autovaloración emitida sobre un caso A_1. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el caso objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a los factores del caso.

Caso	**C_1**	**C_2**	**C_3**	**C_4**	**C_5**	**C_5**
A_1	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.70,0.25,0.30]

Actividad 5 generación del resultado:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo del caso objeto de estudio, mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de las limitaciones de insumos médicos y prevé la evolución de las consecuencias. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación donde se muestran los factores y su evolución.

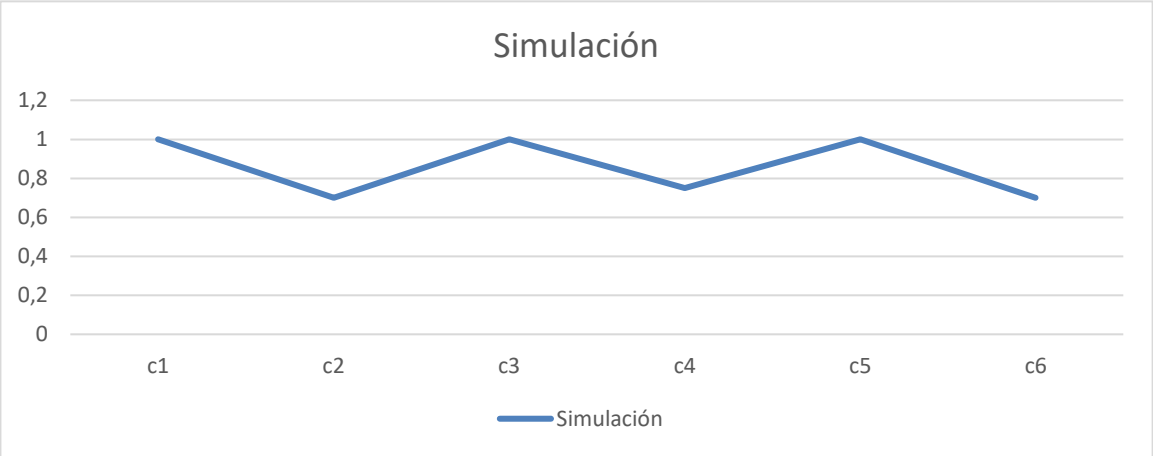


Figura 2: Resultado de la simulación de los factores.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos, se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una enfermedad. La Tabla 6 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 6: Peso atribuido a los factores

Caso A_1	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.65,0.35,0.40]	[1,0,0]	[0.82,0,15,0.20]
C_2	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_3	[0.73,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.86,0,15,0.20]
C_4	[0.75,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.86,0,15,0.20]
C_5	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.87,0,15,0.20]
C_5	[0.8,0,15,0.20]	[0.70,0.25,0.30]	[0.74,0.25,0.30]
Índice			[0.84,0,15,0.20]

A partir del índice de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos en el Hospital Básico de “Baeza”, se evidencia un desarrollo de un I= 0.84, para el caso analizado representa un índice Alto de las consecuencias generadas por los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos.

5 Discusión

Los resultados del Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos en el Hospital Básico de “Baeza” revelaron que el Hospital Básico de "Baeza" enfrenta una serie de desafíos relacionados con la capacitación del personal en la gestión y adquisición de insumos médicos. Aunque se reconocen esfuerzos por brindar formación, la realidad muestra que solo una parte del personal recibe capacitación de manera regular. Esto puede deberse a la carga laboral y a las demandas diarias que limitan la disponibilidad de los empleados para participar en estos programas. Además, el conocimiento acumulado por algunos profesionales puede llevar a la percepción de que no necesitan más capacitación, lo que crea una brecha en el aprendizaje para aquellos que son nuevos o no han tenido la oportunidad de manejar procesos de adquisición. Es esencial que se implemente un sistema de capacitación adaptado a diferentes niveles de experiencia y especialidades, garantizando así que todo el personal esté debidamente preparado para la gestión de insumos médicos. [56, 57, 58]

El proceso de adquisición de insumos médicos en el hospital no es manejado únicamente por el personal especializado, sino que también involucra a médicos y enfermeras que, ante la urgencia del momento, asumen responsabilidades que no les corresponden directamente. Este fenómeno ocurre porque son ellos quienes, al estar en contacto directo con los pacientes, se percatan de las necesidades inmediatas y urgentes del hospital. Sin embargo, esta situación también refleja una falta de un sistema entrenado y eficiente que aglutiné y optimice la adquisición de insumos. Es necesario implementar protocolos claros que faciliten la carga de trabajo y aseguren que el personal adecuado se encargue de la gestión, de modo que los profesionales de salud puedan concentrarse en brindar atención de calidad. [44, 52]

El control de insumos médicos en el Hospital Básico de "Baeza" es otro aspecto crítico que requiere atención. Aunque el personal realiza revisiones diarias, no siempre se puede garantizar un control adecuado debido a la alta demanda y a la necesidad de priorizar el cuidado del paciente. Esta falta de recursos y tiempo puede llevar a una gestión ineficaz y a la improvisación con los insumos disponibles, lo que, a su vez, afecta la calidad del servicio brindado. En este sentido, es imperativo que se desarrollen estrategias que permitan establecer un control más robusto sin descuidar la atención al paciente, utilizando herramientas tecnológicas o sistemas de gestión que faciliten el seguimiento de los insumos.

El uso inadecuado de insumos médicos también es un problema que afecta al hospital, en gran parte debido al desabastecimiento y a la crisis sanitaria que predominan en el contexto actual. La creatividad del personal para hacer frente a la escasez de suministros, aunque comprensible en circunstancias críticas, puede poner en riesgo la seguridad de los pacientes y la calidad de la atención. Este aspecto destaca la necesidad de mejorar la disponibilidad de insumos médicos y de promover una cultura de uso responsable y seguro de los mismos, para proteger tanto a los pacientes como al personal de salud.

Es importante recalcar que la atención brindada por las empresas de adquisición y abastecimiento de insumos médicos es un área que presenta cierta insatisfacción en el hospital. Las demoras en la entrega y la escasa disponibilidad de insumos adecuados obstaculizan el trabajo diario en un ambiente donde el tiempo es crucial. La regulación del servicio parece ser un problema recurrente, ya que los proveedores no cumplen consistentemente con los requerimientos demandados ni respetan los tiempos de entrega, lo que provoca que los pacientes, en ciertos casos, tengan que asumir el costo de sus medicamentos. Para abordar esta situación, es fundamental fortalecer las relaciones con los proveedores y asegurar contratos que garanticen la calidad y el cumplimiento de los plazos establecidos, en beneficio de la atención integral del paciente.

Conclusión

La investigación evaluó los factores que contribuyen al desabastecimiento de insumos médicos en el Hospital Básico de “Baeza”, utilizando un enfoque de Mapa Cognitivo Neutrosófico, lo que permitió entender la problemática y su impacto en la atención médica. Se identificaron diversos elementos relacionados con la gestión y adquisición de insumos médicos, la aplicabilidad de la ley orgánica de salud, así como las implicaciones sobre los derechos de los pacientes. Este enfoque reveló la necesidad de asegurar un suministro adecuado de medicamentos y dispositivos, dado que son fundamentales para la atención efectiva de los pacientes, muchos de los cuales se encuentran en situaciones de vulnerabilidad.

Además, el diagnóstico de la situación actual reveló que una parte significativa de la población que asiste al hospital enfrenta dificultades económicas, lo que agrava aún más los efectos del desabastecimiento. Alrededor del 60% de las recetas son adquiridas fuera de las instalaciones, lo que no solo incrementa el costo para los pacientes, sino que también señala una contradicción en el acceso a la atención médica adecuada, vulnerando el derecho a la salud. Este hallazgo, es respaldado por los resultados del método neutrosófico implementado, lo cual ilustra la urgencia de abordar el problema.

El plan de intervención diseñado se centró en mitigar la situación de desabastecimiento mediante acciones estratégicas que consideraron tanto las necesidades identificadas como el presupuesto disponible. Estas acciones incluyeron la concientización del equipo de salud sobre el manejo responsable de los insumos médicos y la implementación de un monitoreo constante para prevenir su uso inadecuado. Entre las medidas adoptadas, destaca el uso de un sistema de semaforización en áreas clave como hospitalización y emergencia, lo que permite un registro más eficiente de las necesidades y, por ende, una gestión proactiva en la adquisición de insumos.

Referencias

[1] A. J. G. Jiménez, and M. R. M. Arroyave, “Desabastecimiento de medicamentos esenciales en las unidades médicas de la red pública integral de salud en Ecuador,” *Revista Científica Ciencia y tecnología,* vol. 19, no. 23, 2019.

[2] B. S. Maldonado Cardenas, “Análisis sobre el desabastecimiento de medicamentos esenciales en el Ecuador y la incidencia de las importaciones específicas de estos productos durante el período 2018-2022,” 2024.

[3] W. P. C. Rivas, J. M. F. Aragundi, R. A. Z. Napa, J. S. Z. Valencia, and P. D. R. Puruncajas, “Efectos psicológicos en usuarios por el desabastecimiento de medicamentos en la salud pública,” *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional,* vol. 8, no. 3, pp. 2106-2120, 2023.

[4] D. F. A. Andrade, “Rotación de las máximas autoridades de la salud pública y la seguridad social en Ecuador (2017-2022),” *Observatorio de Financiamiento para el Desarrollo*, no. 4, pp. 41-52, 2023.

[5] P. C. Copa, and B. M. P. del Molino, “Desabastecimiento de medicamentos: un problema en constante crecimiento,” *Pharmaceutical Care España,* vol. 22, no. 4, pp. 207-223, 2020.

[6] A. S. Rodera, “Influencia de la COVID-19 en la Atención Domiciliaria y los Cuidados Paliativos,” *COVID-19*, pp. 365.

[7] R. Sampieri, C. F. Collado., and P. B. lucio, "Metodología de la investigación," *México* vol. ISBN: 970-10-5753-8, 2006.
[8] C. Goodier, S. Austin, and R. Soetanto, "Causal mapping and scenario building with multiple organizations," *Futures,* vol. 42, no. 3, pp. 219-229, 2010.
[9] C. Strauch, U.-L. S. Sites, and W. Kriha, "NoSQL databases," *Lecture Notes, Stuttgart Media University,* vol. 20, 2011.
[10] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies,* vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.
[11] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems,* vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.
[12] 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.
[13] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.
[14] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters,* vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.
[15] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.
[16] 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.
[17] 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.
[18] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
[19] 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.
[20] 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.
[21] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.
[22] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.
[23] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.
[24] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.
[25] 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.
[26] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.
[27] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.
[28] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.
[29] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.
[30] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
[31] 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.
[32] 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.
[33] 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.
[34] O. M. 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.

[35] 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.

[36] 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.

[37] 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.

[38] 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.

[39] 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.

[40] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.

[41] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, "Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control," *Revista científica,* vol. 3, no. 36, 2019.

[42] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 18, no. 2, 2018.

[43] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[44] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". Conjuntos y sistemas neutrosóficos, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021

[45] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[46] Ramos-Carpio, J. P., Machado, O. J. A., Ricardo, J. E., & Vasquez, A. B. M. "Assessing Higher Education's Role in Personality Formation Using NeutroAlgebra". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 50-57, 2024.

[47] Machado, O. J. A., & Ricardo, J. E. "Learning tree to guarantee access to and use of interactive education, training and integral formation programs in Amazonian, rural and insular areas of Ecuador". Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias, vol. 3, pp 1139-1139, 2024.

[48] Vázquez, M. Y. L., Ricardo, J. E., Hernández, N. B., Casanova, R. S., & Smarandache, F. "ANÁLISIS NEUTROSÓFICO DE LAS ACTITUDES HACIA LA MÁQUINA DE EXPERIENCIA DE NOZICK." Investigación Operacional, vol. 45 núm. 4, pp 457, 2024.

[49] López Gutiérrez, J. C., Pérez Ones, I., Estupiñán Ricardo, J., & Ramos Carpio, J. P. "Integrating Neutrosophic Theory into Regression Models for Enhanced Prediction of Uncertainty in Social Innovation Ecosystems." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71 núm. 1, pp 18, 2024.

[50] Yugcha Vilema, A. P. "La aplicación de la teoría del tipo en el delito de muerte culposa del coip y su incidencia con los principios de máxima taxatividad legal, seguridad jurídica y tutela judicial efectiva en el cantón tena, año 2021" (Master's thesis), 2023.

[51] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Palacios, A. J. P., & Ojeda, Y. E. A. "Inteligencia artificial y propiedad intelectual". Universidad y sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 362-368, 2021.

[52] Macas-Acosta, G., Ricardo, J. E., Vergara-Romero, A., & Sánchez, F. M. "Evaluating the direct effect of an increase in the Value Added Tax on business sales using the Delphi and NAHP+ NSC methods." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 131-140, 2024.

[53] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[54] Amores, E. R., Vega, L. L., Sánchez, F. M., & León, V. L. "Modelo econométrico de los gastos operativos de la banca en el Ecuador: Periodo 2012–2019: Econometric model of banking operating expenses in Ecuador: Period 2012-2019". REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA, vol. 8 núm. 3, pp 80-99, 2021.

[55] Vergara-Romero, A. "Políticas Públicas para el Desarrollo Local sostenible: Caso Guayaquil." Universidad Ecotec, 2021.

[56] Sánchez, F. M., Santos, C. E. O., & Sentí, V. E. "La gestión del conocimiento y el aprendizaje. Aspectos metodológicos." UCE Ciencia. Revista de postgrado, vol. 7 núm. 2, 2019.

[57] Santos, O. O., Torres, M. O., Anido, L. S., & Sánchez, F. M. "Herramientas Matemáticas como Vía para el Diseño de Sistemas de Estimulación Laboral." GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, vol. 6 núm. 2, pp 61-74, 2018.

[58] Baquerizo, R. M. P., Sánchez, F. M., ORTEGA, C. E., & Estrada, A. F. "Bases de una estrategia de gestión del conocimiento para la universidad inteligente de clase mundial." Revista Espacios, vol. 38, pp 1-13, 2017.

Recibido: Septiembre 22, 2024. Aceptado: Octubre 10, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz

Method for the evaluation of Smith-Lemli-Opitz Syndrome

Lenin Josué Arcos Ortiz[1], Nelany Alejandra Guerrero Robalino[2], and Nancy Yolanda Urbina Romo[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; leninao50@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.nelanygr38@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.nancyur26@uniandes.edu.ec

Resumen. El síndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLOS) es un síndrome congénito de anomalía múltiple y deterioro cognitivo, causado por una deficiencia en la enzima 7-DHC reductasa. El grado de cumplimiento de un indicador congénito se expresa mediante una relación directa del desempeño de neutralidad representando un dominio de valores neutrosóficos para modelar la incertidumbre. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada mediante el desarrollo de un método para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz. El SLOS, causado por mutaciones en el gen DHCR7, presenta variabilidad fenotípica, malformaciones múltiples y discapacidad intelectual. No tiene cura, y la suplementación con colesterol es de eficacia limitada. La revisión destaca la necesidad de diagnóstico prenatal preciso y nuevas intervenciones terapéuticas, como estatinas y antioxidantes, para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Palabras Claves: Método para la recomendación, números neutrosóficos, SLOS, Etiología, Manifestaciones clínicas, Diagnóstico, Tratamiento.

Abstract. Smith-Lemli-Opitz syndrome (SLOS) is a congenital syndrome of multiple anomalies and cognitive impairment caused by a deficiency in the enzyme 7-DHC reductase. The degree of compliance with a congenital indicator is expressed by a direct relationship of neutrality performance representing a domain of neutrosophic values to model uncertainty. The present investigation describes a solution to the problem posed by the development of a method for the evaluation of Smith-Lemli-Opitz syndrome. SLOS, caused by mutations in the DHCR7 gene, presents phenotypic variability, multiple malformations and intellectual disability. There is no cure, and cholesterol supplementation is of limited efficacy. The review highlights the need for accurate prenatal diagnosis and new therapeutic interventions, such as statins and antioxidants, to improve the quality of life of patients.

Keywords: Method for recommendation, neutrosophic numbers, SLOS, Etiology, Clinical manifestations, Diagnosis, Treatment.

1 Introducción

El síndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLOS) es un síndrome congénito de anomalía múltiple/deterioro cognitivo causado por una anomalía en el metabolismo del colesterol resultante de la deficiencia de la enzima 7-deshidrocolesterol (7-DHC) reductasa. Se caracteriza por restricción del crecimiento prenatal y posnatal, microcefalia, discapacidad intelectual de moderada a grave y múltiples malformaciones mayores y menores. Las malformaciones incluyen rasgos faciales distintivos, paladar hendido, defectos cardíacos, genitales externos subdesarrollados en los hombres, polidactilia postaxial y 2-3 sindactilia de los dedos de los pies. A pesar de que el espectro clínico es amplio, se han descrito individuos con desarrollo normal y sólo malformaciones menores [1, 57].

Actualmente no existe cura para SLOS, siendo la suplementación con colesterol principalmente una terapia bioquímica de evidencia limitada [2].

Existe una discrepancia entre la incidencia esperada de SLOS según la frecuencia de portadores y la incidencia

observada de la enfermedad. La incidencia observada es de 1/26.500, frente a una tasa esperada de 1/3.906 [3]. Las poblaciones blancas tienen una frecuencia de portadores del 1% al 2%. Las discrepancias entre la incidencia y el número de casos esperados se atribuyen a la muerte intrauterina en los casos graves y a la falta de diagnóstico en los casos leves [4, 55].

El síndrome se describió por primera vez en 1964, se encontraron niveles bajos de colesterol y altos de 7 ‐ deshidrocolesterol en pacientes con SLOS, lo que indica una posible deficiencia de 7 ‐ deshidrocolesterolreductasa (7 ‐ DHCR). En consecuencia, se identificaron mutaciones causantes en el gen DHCR7. Hasta la fecha se han descrito 218 variantes del gen DHCR7 (HGMD professional, junio 2019); la mutación del sitio de empalme c.964 ‐ 1G > C (antiguo nombre IVS8 ‐ 1G > C) en el intrón 8 es, con diferencia, el alelo mutante (nulo) más común en SLOS [5, 58].

La problemática principal radica en la alta frecuencia de portadores de variantes de DHCR7 en diversas poblaciones, especialmente entre los caucasicos, en contraste con la menor prevalencia de pacientes diagnosticados con SLOS. Esta discrepancia se atribuye a la muerte intrauterina en los casos más graves y a la falta de diagnóstico en los casos más leves. Además, la variabilidad fenotípica y la gravedad de las manifestaciones clínicas complican el diagnóstico y manejo del síndrome.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es sintetizar el conocimiento actual sobre el SLOS, abarcando aspectos clave como la etiología, las manifestaciones clínicas, el diagnóstico, el tratamiento y la genética implicada de este síndrome. Esta revisión pretende proporcionar una visión integral que facilite una mejor comprensión del SLOS y contribuya a mejorar las estrategias de diagnóstico y manejo clínico de los pacientes afectados.

A partir del análisis antes expuesto, es posible modelar el fenómeno para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz como un problema de toma de decisión multicriterio [6, 7]. Formalmente se representa como:

- Un conjunto de alternativas que representan los pacientes objetos de análisis $A = \{A_1, \dots A_n\},\ n \geq 2$ que se encuentran caracterizados por:
- Un conjunto de criterios que influyen en la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz $C = \{C_1, \dots C_m\},\ m \geq 2$;

2 Materiales y métodos

Los problemas de toma de decisiones pueden ser clasificados según las variables que intervienen en el proceso. Se pueden clasificar mediante un ambiente monocriterio o multicriterio [8-10]. Para un ambiente monocriterio existe una sola variable que determina el comportamiento sobre el procesamiento de las alternativas, por lo tanto existe una implicación directa [11-13]. Se cumple la condición que p→q, para todo valor que tome la variable objeto de estudio, el resultado implicará positiva o negativamente el valor del objetivo o alternativa [14-16] [54].

Los operados de agregación representan un método de inferencia en el que sus funciones matemáticas son utilizadas en los procesos de toma de decisiones [17], [18], [19],[20] y combinan valores (x, y) en un dominio D y devuelven un valor único.

Dentro de los principales operadores para la agregación de información se encuentra la media aritmética y media ponderada [14-16], tal como se define a continuación:

Definición 1. Un operador WA tiene asociado un vector de pesos V, con $v_i \in [0,1]$ y $\sum_1^n v_i = 1$, expresado de la siguiente forma:

$$WA(a_1, .., a_n) = \sum_{i=1}^{n} v_i a_i \quad (1)$$

Donde v_i representa la importancia de la fuente a_i.

Un operador de agregación de información *Ordered Weighted Averaging,* (OWA por sus siglas en Inglés), Media Ponderada Ordenada propuesto por [21], permite unificar los criterios clásicos de decisión de incertidumbre en una expresión [22].

2.1 Números Neutrosóficos de Valor Único

La neutrosofía consiste en la representación de la neutralidad, fue propuesta por Smarandache [23]. Representa las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [24, 59].

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [25], [26, 60]:

sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene:

$$v(p) = (T, I, F) \quad (2)$$

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos Neutrosóficos de Valor Único (SVN) [27], [55] los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas [28] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [29, 30].

Sea X un universo de discurso. Un SVN sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (3)$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x),: X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$

3 Método para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz

En la presente sección se describe el funcionamiento del modelo matemático para la toma de decisiones para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz. Se presentan las características generales que facilitan la comprensión de la propuesta. [61, 62]

El método para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz, está diseñado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de inferencia en general, realiza tres subprocesos: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método.

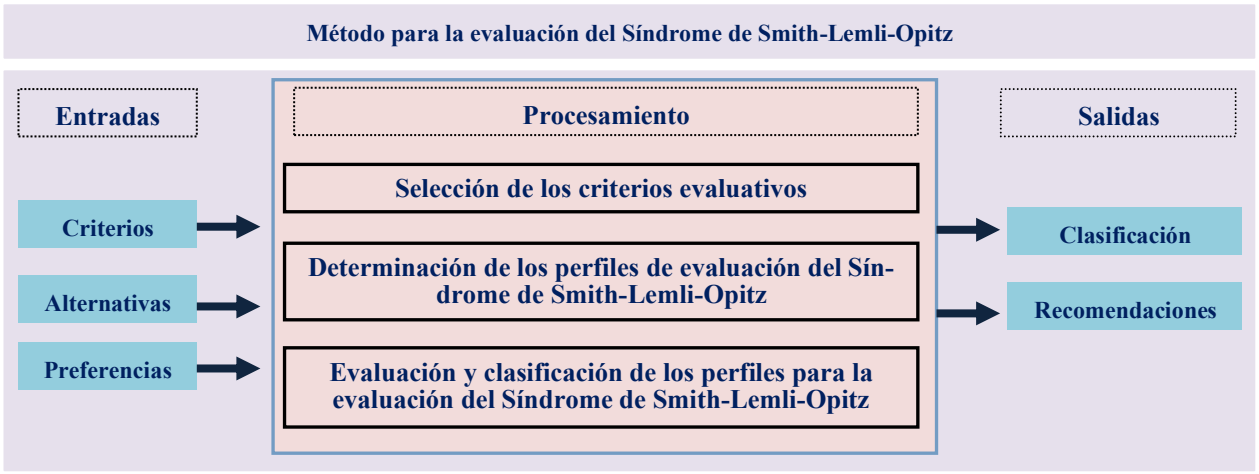


Figura 1: Esquema general del funcionamiento del método.

3.1 Descripción de las etapas del método

La entrada de información permite la introducción de los diferentes datos que son necesarios en el proceso de toma de decisiones. Los datos representan la principal fuente de información a ser utilizada en la etapa de procesamiento. En la propuesta, existen datos introducidos por el usuario tales como: caracterización de perfiles para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz y las alternativas objeto de decisión del proceso de inferencia.

El procesamiento de información representa la capacidad del método para ejecutar cálculos matemáticos a partir de un método de inferencia utilizado que ejecuta una secuencia de operaciones. El procesamiento es la característica que permite la transformación de datos almacenados en información organizada con un objetivo específico.

La salida de información garantiza la representación del resultado generado a partir del procesamiento realizado. Permite devolver el comportamiento de las alternativas a partir del proceso de inferencia realizado mediante las variables objeto de estudio.

3.2 Flujo de trabajo del método

El flujo de trabajo describe la interacción de las diferentes entidades que intervienen en el método, garantiza la representación de términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN. El flujo de trabajo está compuesto por cuatro actividades (identificación de los criterios para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz, determinación del perfil de Síndrome de Smith-Lemli-Opitz, evaluación y clasificación, recomendaciones)

que soportan el proceso de toma de decisiones del método [31-33] [54]. A continuación se describen las diferentes actividades:

Identificación de los criterios: los criterios son el conjunto de características que describe la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz, representan la base de indicadores evaluativos sobre el cual se conforma el perfil de los medicamentos C_i.

Determinación del perfil para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz: el perfil se obtiene de forma directa mediante criterios de expertos.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (4)$$

Las valoraciones del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz dentales a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de términos lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. La descripción de las características está asociada al conjunto de medicamentos que representan las alternativas del proceso[34, 35, 55].

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (5)$$

Evaluación y clasificación: para la evaluación y clasificación de los perfiles para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz mediante números SVN [36, 37], se tiene:

Sea

$A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN,

tal que:

$A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$,

j=(1,2, … , n),

$B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.

tal que y $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$($i$ = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las B_i y A^* resulta [37]:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(|a_{ij}-a_j^*|\right)^2+\left(|b_{ij}-b_j^*|\right)^2+\left(|c_{ij}-c_j^*|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

(i = 1,2, … , m)

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [38], [28]. En la medida en que la alternativa se A_i se encuentra más semejante perfil para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz (s_i) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [39, 40].

La obtención de las preferencias de las alternativas se hace a partir de la evaluación que se obtiene del comportamiento de los indicadores donde:

$$\boldsymbol{A}_i\left[F_{a_j}\right] = \left[Pre_y\right] \quad (10)$$

Para cada alternativa A que posee un perfil F_{a_j} se le hace corresponder un conjunto de preferencias Pre_y que una sobre el comportamiento del medicamento, donde:

$[Pre_y]$: es el arreglo resultante como preferencia de las alternativas respecto a un conjunto de indicadores $Pre \in \mathbb{N}, [0,1]$. El valor de Pre_y.

Para el proceso de inferencia sobre la recomendación de medicamento se parte de:

$$\boldsymbol{A}_i = \left[Pre_y, W_z\right] \quad (11)$$

Donde:

Pre_y: representa el conjunto de preferencia sobre $\boldsymbol{A}_i$.

W_z : representa el vector de peso referido por $_z$.

El proceso de evaluación se realiza mediante el método multicriterio WA [41, 42]. El conjunto de recomendaciones están asociadas al resultado obtenido en la evaluación a partir del cual es calculada la similitud entre el perfil de análisis y los perfiles para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz almacenados que son ordenada de acuerdo a la similitud obtenida. La mejor evaluación será aquella que mejor satisfaga las necesidades del perfil con mayor similitud.

4 Resultados y discusión

La presente sección describe un ejemplo para demostrar la aplicabilidad del método para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores. [58, 59]

Para aplicar del método multicriterio WA, se estructuran los criterios evaluativos del problema y las alternativas objeto de estudio. A partir del comportamiento de los indicadores se obtienen las preferencias para evaluar las alternativas y realizar el proceso de clasificación. El objetivo es evaluar las preferencias sobre los indicadores para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz, los criterios evaluativos son representados por los principales indicadores de decisión.

Los expertos expresan la valoración del cumplimiento de los criterios mediante la valoración neutrosófica. Los atributos se formulan en la escala lingüística presentada en la Tabla 1, sustituyendo sus términos lingüísticos equivalentes.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [37].

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)

El problema es modelado mediante el conjunto de pacientes que en los que se evalúa el Síndrome de Smith-Lemli-Opitz que representan las alternativas tal como se refiere a continuación:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\}$$

Que son descritos por el conjunto de atributos que representan los criterios para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7, c_8\}$$

Donde:

c_1 Confirmación genética

c_2 Niveles de colesterol y 7-dehidrocolesterol (7-DHC):

c_3 Características faciales dismórficas

c_4 Malformaciones congénitas

c_5 Retraso en el desarrollo psicomotor

c_6 Trastornos de comportamiento y funciones cognitivas

c_7 Alteraciones gastrointestinales y alimentación

c_8 Crecimiento y desarrollo físico

La figura 2 muestra la vista de datos utilizadas para el presente caso de estudio.

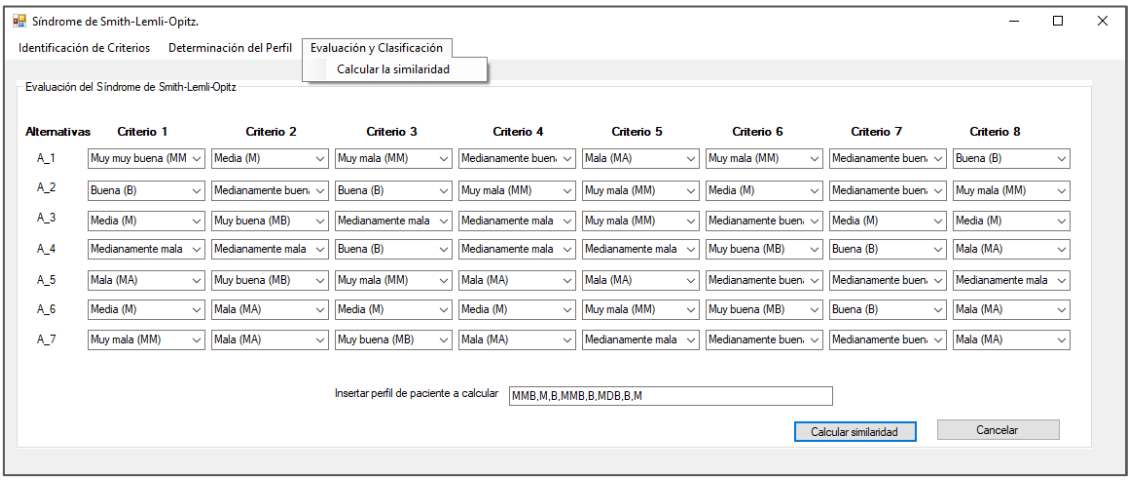


Figura 2: Vista de datos almacenados de para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz.

Si un miembro del personal médico u_e, desea recibir las recomendaciones del modelo, deberá proveer información al mismo expresando sus preferencias. En este caso:

$$P_e = \{\text{MMB}, \text{M}, \text{B}, \text{MMB}, \text{B}, \text{MDB}, \text{B}, \text{M}\}$$

El siguiente paso del ejemplo, es el cálculo de la similitud entre el perfil para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz.

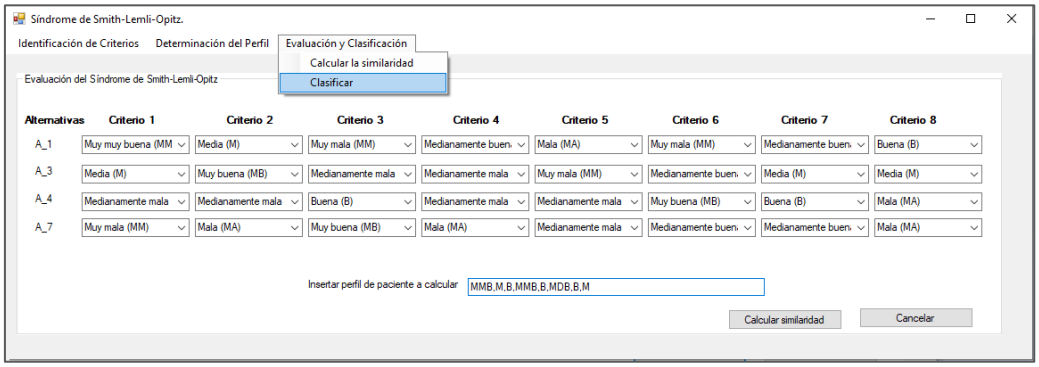


Figura 3: Similitud entre el caso de análisis y los perfiles para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz.

Para el proceso de generación de recomendaciones, se recomiendan aquellos que más se acerquen al perfil de persona con Síndrome de Smith-Lemli-Opitz, posteriormente se realiza un ordenamiento de los perfiles.

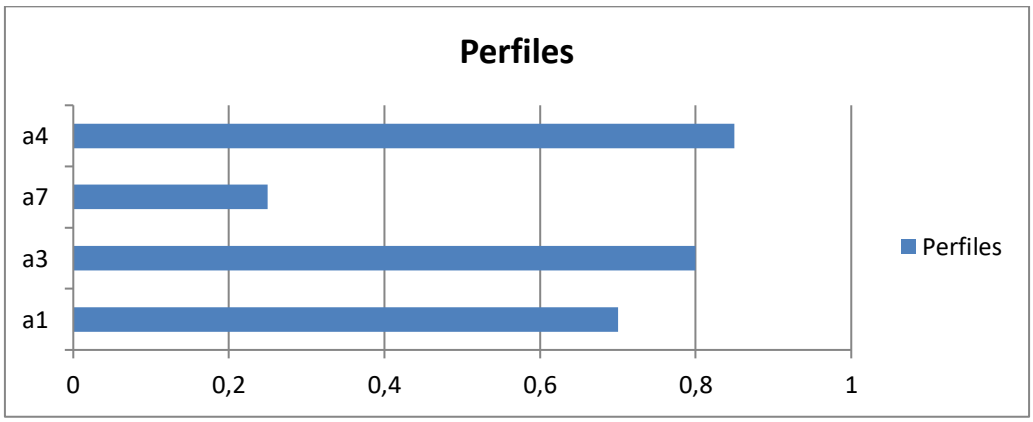


Figura 4: Ordenamiento de los perfiles de pesonas con Síndrome de Smith-Lemli-Opitz.

A partir de esta comparación, los perfiles para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz son ordenados a continuación.

$$\{a_4, a_3, a_1\}$$

El modelo propuesto recomendará los dos factores más cercanos. Las recomendaciones están formadas por:

$$a_4$$

A partir del resultado, el perfil que mejor evaluación posee para representar la propuesta de evaluación óptima es a_4.

5 Discusión

SLOS es un trastorno metabólico congénito que sigue un patrón de herencia autosómico recesivo. La afección es causada por una mutación en el gen que codifica DHCR-7, que mapea la ubicación del cromosoma 11q13. Las mutaciones sin sentido se observan con mayor frecuencia en el 87,6 % de los casos. Hay 12 mutaciones recurrentes responsables de SLOS, de las cuales la más común en los Estados Unidos es c.964-1G>C; sin embargo, se han descrito 218 variantes [5, 56].

El síndrome de Smith-Lemli-Opitz grave (SLOS) se caracteriza por restricción del crecimiento prenatal y posnatal, microcefalia, discapacidad intelectual moderada a grave y múltiples malformaciones mayores y menores, incluyendo rasgos faciales característicos, paladar hendido, encías anormales, defectos cardíacos, hipospadias, genitales ambiguos (falla de masculinización de los genitales masculinos), polidactilia postaxial y sindactilia de 2 a 3 dedos. Los individuos con formas más leves pueden tener solo características faciales sutiles, hipotonía, sindactilia de 2 a 3 dedos y discapacidad intelectual leve o nula. Se observa variabilidad clínica incluso dentro de las familias, ya que se ha informado de hermanos con SLOS con problemas médicos y de desarrollo de diferentes grados. [60]

Las características craneofaciales clásicas de SLOS incluyen microcefalia, estrechamiento bitemporal, ptosis, raíz nasal corta, narinas antevertidas y micrognatia. Además, la mayoría de los pacientes tienen sindactilia de 2/3 de los dedos de los pies [43].

Con menos frecuencia, hipertelorismo, cataratas, extremidades cortas, hidrocefalia, lisencefalia, anomalías del sistema nervioso central como agenesia del cuerpo calloso, defecto septal atrial/ventricular, anomalías cardíacas como conducto arterioso persistente, anomalías del desarrollo pulmonar. (pulmón único), estenosis pilórica hipertrófica, Hirschsprung, se pueden observar patologías gastrointestinales como hiperplasia de células de los islotes pancreáticos, patologías de la glándula suprarrenal y hoyuelos sacros [44, 54].

El diagnóstico prenatal de SLOS es un desafío debido a la variación en la presentación fenotípica. Cuando se identifican múltiples anomalías en la ecografía, se deben ofrecer pruebas adicionales para este trastorno si el paciente desea pruebas invasivas. Generalmente, se puede considerar SLOS en el diagnóstico diferencial cuando se observan anomalías en la ecografía y se establece un cariotipo fetal normal. Sin embargo, la mayoría de los casos de diagnóstico prenatal de SLOS surgen después de que la pareja ya tiene un hijo afectado. Las pruebas fetales se pueden realizar mediante CVS o amniocentesis para pruebas de ADN para detectar mutaciones familiares conocidas o para análisis bioquímicos. Casi todos los tejidos de un feto afectado mostrarán una elevación de 7-DHC. [55, 61]

El diagnóstico de SLOS se basa en la sospecha clínica y la detección temprana de niveles elevados de 7 - DHC. La disminución de la actividad de la enzima 7-DHC reductasa da como resultado la incapacidad de convertir 7-DHC en colesterol, lo que resulta en un aumento de 7-DHC. Si bien la mayoría de las personas también tienen hipocolesterolemia, no siempre es útil para el diagnóstico, ya que aproximadamente el 10 % de las personas afectadas tienen niveles de colesterol normales, particularmente cuando las personas son mayores o tienen un fenotipo más leve [45].

En la actualidad, no existe ningún fármaco específico disponible para tratar el SLOS. Un defecto en la vía de biosíntesis del colesterol llevó a la recomendación obvia de suplementar la dieta con colesterol como primera terapia para tratar a los pacientes con SLOS. Además, se ha sugerido el uso de estatinas (simvastatina, en particular) junto con el colesterol dietético. La elección de simvastatina se basa en que es una de las estatinas más lipófilas disponibles y, por lo tanto, la que tiene más probabilidades de cruzar la barrera hematoencefálica para ejercer los efectos deseados en el cerebro [46, 62].

Según las anomalías bioquímicas conocidas de SLOS, un tratamiento "ideal" sería aquel que hipotéticamente pueda corregir estas anomalías bioquímicas muy temprano, tal vez durante el desarrollo de un feto afectado. Específicamente, un enfoque de tratamiento prenatal de este tipo necesitaría generar dos efectos para que sea probablemente beneficioso: aumentar los niveles de colesterol total en el plasma del feto en desarrollo y, al mismo tiempo, disminuir los niveles de sus precursores tóxicos, como 7DHC y 8DHC. Desafortunadamente, sin embargo,

un enfoque de intervención prenatal de este tipo no está disponible actualmente para SLOS, lo que hace que la intervención posnatal temprana sea la siguiente mejor opción terapéutica factible en este momento.

No obstante, debido a que el desarrollo neuronal y conductual continúa ocurriendo durante los primeros cinco años de vida, con una modulación continua por el entorno externo, las intervenciones que aumentan los niveles de colesterol o disminuyen los niveles de 7DHC en bebés con SLOS, o ambas, podrían mejorar o retrasar la aparición de estas anomalías cognitivas y neuroconductuales [47].

Los oxiesteroles derivados del 7-DHC probablemente contribuyan a la fisiopatología de la enfermedad y, por lo tanto, el tratamiento con antioxidantes podría ser beneficioso debido al alto estrés oxidativo [48]. Las malformaciones del desarrollo en SLOS pueden deberse a la pérdida de función de las proteínas hedgehog, ya que el colesterol también interactúa con ellas. Además del agotamiento del colesterol, la disfunción de la 7-DHC reductasa conduce a la acumulación del precursor altamente reactivo 7-DHC [49].

La desregulación del metabolismo del colesterol induce un estado reactivo en los astrocitos y la microglía Dhcr7, caracterizado por cambios tanto morfológicos como transcripcionales. La biosíntesis del colesterol glial es fundamental para la supresión de la gliosis reactiva, con relevancia tanto para los trastornos de la biosíntesis del colesterol como para las enfermedades neurológicas. Trabajos previos identificaron un deterioro directo del crecimiento de neuritas y la formación de sinapsis cuando la biosíntesis de colesterol se interrumpió solo en astrocitos, lo que resalta aún más la importancia de la salud y la función de los astrocitos en el contexto de los trastornos del neurodesarrollo. Sin embargo, los impactos de la biosíntesis de colesterol en la biología de la astroglia solo se han explorado recientemente. Los astrocitos apoyan el crecimiento de las neuritas, la formación de sinapsis, la poda sináptica y la supervivencia neuronal, todos los cuales son vitales durante el desarrollo del cerebro los astrocitos mutantes de Dhcr7 son reactivos en respuesta a su exposición a la microglia reactiva. Este estado reactivo de los astrocitos está acompañado de impactos posteriores en la función astrocítica, incluida la captación de glutamato y la señalización de calcio. Nuestros datos sugieren que la alteración de Dhcr7 altera la comunicación entre astrocitos y microglia, lo que probablemente impulse fenotipos patológicos que pueden afectar la función neuronal y la salud general del cerebro. Se necesitan estudios adicionales que detallen el impacto del metabolismo del colesterol en la biología glial, la activación inmunitaria y las complejidades de la comunicación celular en el cerebro [50].

El gen DHCR7, ubicado en el cromosoma 11, contiene nueve exones, de los cuales los exones 3 a 9 codifican la proteína 7-deshidrocolesterol reductasa. La proteína consta de nueve hélices transmembrana putativas y un dominio sensor de esteroles. Se han descrito más de 150 variantes patogénicas, y la mayoría (84%) son variantes sin sentido distribuidas entre todos los exones codificantes.

El síndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLOS) se caracteriza por múltiples malformaciones congénitas y una alta mortalidad en los primeros meses de vida, especialmente en aquellos homocigotos para la variante DHCR7. 964-1G>C. Según el estudio realizado por Daum et al., se observó que de 32 fetos homocigotos, 34% fueron abortados durante el segundo trimestre, 19% murieron en el útero y 47% nacieron vivos pero fallecieron dentro de los primeros tres meses de vida debido a complicaciones graves. Esto subraya la necesidad de un diagnóstico prenatal oportuno y de un seguimiento especializado para las parejas portadoras de esta variante [51].

A través de una revisión exhaustiva de la literatura y datos clínicos, los autores concluyen que la homocigosidad para c.964-1G>C en DHCR7 resulta en un fenotipo grave o en abortos espontáneos tempranos. Se recomienda un enfoque multidisciplinario en el manejo y asesoramiento genético de estas parejas para mejorar la toma de decisiones y reducir la carga emocional y clínica de estas condiciones. Además, se resalta la importancia de la inclusión de pruebas de variantes en el gen DHCR7 en investigaciones de abortos tempranos recurrentes, especialmente en poblaciones con alta frecuencia de portadores de dicha variante.

Ellen R. Elias y colaboradores, concluye quea suplementación con ácido cólico mostró ser una intervención segura y efectiva para aumentar el colesterol plasmático en pacientes con SLOS. Este estudio piloto sugiere que el ácido cólico podría mejorar la absorción del colesterol en la dieta y ofrecer beneficios clínicos potenciales, aunque se necesitan estudios longitudinales controlados para confirmar estos hallazgos y evaluar su sostenibilidad a largo plazo [52].

El artículo de Anjali Mitra, Shelley Dolitsky, Stacy Yadava y Elena Ashkinadze explora cómo el síndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLOS) puede contribuir a la pérdida recurrente del embarazo. Presentan el caso de una pareja que experimentó múltiples pérdidas en el primer trimestre y descubrieron que ambos eran portadores de mutaciones SLOS. Mediante el análisis de ADN de los restos fetales, confirmaron que el feto abortado había heredado las mutaciones de ambos padres, sugiriendo así una conexión entre SLOS y la RPL en este contexto clínico. El estudio subraya la utilidad del cribado ampliado de portadores en la evaluación de parejas con RPL, proporcionando información crucial para el manejo reproductivo futuro.

El artículo de Simone Coupe y colaboradores demostró que el síndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLOS) puede manifestarse con un fenotipo leve, caracterizado principalmente por retrasos en el desarrollo neurocognitivo y

sindactilia de 2,3 dedos. Destacaron la importancia del análisis de 7-deshidrocolesterol en plasma como una herramienta efectiva y rentable para el diagnóstico precoz en pacientes con síntomas de retraso en el desarrollo y sindactilia. Este enfoque puede facilitar intervenciones tempranas y mejorar el manejo clínico de estos casos [53].

En la discusión del síndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLOS), se destaca la complejidad y variabilidad fenotípica característica de esta enfermedad genética. La discrepancia entre la alta frecuencia de portadores de variantes en el gen DHCR7 en poblaciones caucásicas y la baja incidencia de casos diagnosticados de SLOS observada podría explicarse por factores como la muerte intrauterina en casos severos no diagnosticados y la variabilidad en la presentación clínica que dificulta el diagnóstico temprano en formas menos graves del síndrome. Además, se subraya la importancia del diagnóstico prenatal preciso y el asesoramiento genético para parejas portadoras, resaltando la necesidad de estrategias de detección mejoradas y accesibles. Desde una perspectiva terapéutica, la revisión destaca las limitaciones actuales en el tratamiento del SLOS, enfatizando la falta de opciones farmacológicas específicas y la controversia en torno a la eficacia de la suplementación con colesterol. Se discute la necesidad urgente de investigaciones adicionales que evalúen intervenciones terapéuticas innovadoras, como el uso potencial de estatinas y antioxidantes, con el fin de mejorar la calidad de vida y los resultados clínicos de los pacientes.

Conclusión

El presente trabajo propuso un método para la evaluación para la evaluación del Síndrome de Smith-Lemli-Opitz. El síndrome de Smith-Lemli-Opitz (SLOS) es una enfermedad genética compleja con una amplia variabilidad fenotípica que presenta desafíos significativos en el diagnóstico, manejo y tratamiento. A pesar de su baja incidencia observada en comparación con la frecuencia de portadores, la carga clínica y emocional para las familias afectadas es considerable, exacerbada por la falta de opciones terapéuticas específicas y efectivas. La suplementación con colesterol ha sido la intervención principal aunque con evidencia limitada de su eficacia, mientras que el uso de estatinas y antioxidantes emerge como áreas prometedoras para futuras investigaciones.

El diagnóstico prenatal preciso y el asesoramiento genético son fundamentales para abordar la variabilidad en la presentación clínica y permitir decisiones informadas para las parejas portadoras. La identificación temprana de mutaciones en el gen DHCR7, especialmente en contextos de abortos recurrentes y malformaciones fetales, subraya la importancia de estrategias de detección mejoradas. Además, la investigación continua en las bases moleculares y bioquímicas del SLOS es crucial para desarrollar tratamientos más dirigidos y efectivos que puedan mejorar la calidad de vida de los pacientes y mitigar las complicaciones asociadas.

Referencias

[1] M. P. Adam, J. Feldman, G. M. Mirzaa, R. A. Pagon, S. E. Wallace, L. J. Bean, K. W. Gripp, and A. Amemiya, "GeneReviews glossary," *GeneReviews®[Internet]*: University of Washington, Seattle, 2024.

[2] R. A. Ballout, A. Livinski, Y.-P. Fu, R. D. Steiner, and A. T. Remaley, "Statins for Smith‐Lemli‐Opitz syndrome," *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 11, 2022.

[3] A. Mitra, S. Dolitsky, S. Yadava, and E. Ashkinadze, "Smith–Lemli–Opitz's Syndrome as a Possible Cause of Recurrent Pregnancy Loss: A Case Report," *American Journal of Perinatology Reports,* vol. 10, no. 01, pp. e118-e120, 2020.

[4] M. J. Lopez, and S. S. Mohiuddin, "Biochemistry, essential amino acids," *StatPearls [Internet]*: StatPearls Publishing, 2024.

[5] K. Schoner, M. Witsch‐Baumgartner, J. Behunova, R. Petrovic, R. Bald, S. G. Kircher, A. Ramaswamy, B. Kluge, M. Meyer‐Wittkopf, and R. Schmitz, "Smith‐Lemli‐Opitz syndrome—Fetal phenotypes with special reference to the syndrome‐specific internal malformation pattern," *Birth defects research,* vol. 112, no. 2, pp. 175-185, 2020.

[6] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, "Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación," *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.

[7] C. Bouza. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en contabilidad, administración, economía," https://www.researchgate.net/publication/303551295_METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LA_TOMA_DE_DECISIONES_EN_CONTABILIDAD_ADMINISTRACION_ECONOMIA.

[8] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[9] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[10] C. Melej, C. Ibañez, and D. Ilic, "Planificación Quirúrgica Digital Guía Quirúrgica Semi Estricta e Implantes Alternativos al Sistema Original," 2011.

[11] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.

[12] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.
[13] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
[14] 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.
[15] 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.
[16] 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.
[17] I. Grau, and R. Grau, "Aplicación de sistemas neuroborrosos a problemas de resistencia antiviral del VIH," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 6, no. 2, 2012.
[18] K. Pérez, "Modelo de proceso de logro de consenso en mapas cognitivos difusos para la toma de decisiones en grupo," Tesis Doctoral, Facultad 4, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014.
[19] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.
[20] B. B. Fonseca, and O. M. Cornelio, "Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 15, no. 5, pp. 70-84, 2022.
[21] R. Yager, "On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,* vol. 18, no. 1, pp. 183-190, 1988.
[22] D. Filev, and R. Yager, "On the issue of obtaining OWA operator weights," *Fuzzy sets and systems,* vol. 94 no. 2, pp. 157-169, 1998.
[23] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[24] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.
[25] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[26] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
[27] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
[28] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.
[29] 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.
[30] 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.
[31] 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.
[32] 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.
[33] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
[34] 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.
[35] 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.
[36] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.
[37] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
[38] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words," *Ingeniería y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 173-188, 2015.
[39] 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.
[40] 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.

[41] 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.

[42] 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.

[43] N. Begic, Z. Begic, and E. Begic, "Smith-Lemli-Opitz syndrome: Bosnian and Herzegovinian experience," *Balkan Journal of Medical Genetics,* vol. 24, no. 1, pp. 99-102, 2021.

[44] E. E. Eren, N. Bilgin, N. Urganci, and G. Kose, "A Case of Smith-Lemli-Opitz Syndrome Diagnosed with Hypertrophic Pyloric Stenosis," *The Medical Bulletin of Sisli Etfal Hospital,* vol. 55, no. 2, pp. 268, 2021.

[45] S. E. Temple, R. Sachdev, and C. Ellaway, "Familial DHCR7 genotype presenting as a very mild form of Smith‐Lemli‐Opitz syndrome and lethal holoprosencephaly," *JIMD reports,* vol. 56, no. 1, pp. 3-8, 2020.

[46] A. Chattopadhyay, and A. Sharma, "Smith-Lemli-Opitz syndrome: A pathophysiological manifestation of the Bloch hypothesis," *Frontiers in Molecular Biosciences,* vol. 10, pp. 1120373, 2023.

[47] R. Ballout, S. Bianconi, A. Livinski, Y. Fu, A. Remaley, and F. Porter, "Statins for Smith-Lemli-Opitz syndrome (Protocol)," 2020.

[48] K. Koczok, L. Horváth, Z. Korade, Z. A. Mezei, G. P. Szabó, N. A. Porter, E. Kovács, K. Mirnics, and I. Balogh, "Biochemical and Clinical Effects of Vitamin E Supplementation in Hungarian Smith-Lemli-Opitz Syndrome Patients," *Biomolecules,* vol. 11, no. 8, pp. 1228, 2021.

[49] M. Delvecchio, B. Rapone, S. Simonetti, S. Fecarotta, G. De Carlo, E. Favoino, M. T. Loverro, A. M. I. Romano, F. Taurino, and E. Di Naro, "Dietary cholesterol supplementation and inhibitory factor 1 serum levels in two dizygotic Smith-Lemli-Opitz syndrome twins: a case report," *Italian Journal of Pediatrics,* vol. 46, pp. 1-6, 2020.

[50] B. A. Freel, B. A. Kelvington, S. Sengupta, M. Mukherjee, and K. R. Francis, "Sterol dysregulation in Smith–Lemli–Opitz syndrome causes astrocyte immune reactivity through microglia crosstalk," *Disease Models & Mechanisms,* vol. 15, no. 12, pp. dmm049843, 2022.

[51] H. Daum, V. Meiner, R. Michaelson-Cohen, R. Sukenik-Halevy, M. L. Zalcberg, A. Bar-Ziv, A. T. Weiden, S. Y. Scher, M. Shohat, and J. Zlotogora, "Smith–Lemli–Opitz syndrome: what is the actual risk for couples carriers of the DHCR7: c. 964-1G> C variant?," *European Journal of Human Genetics,* vol. 28, no. 7, pp. 938-942, 2020.

[52] E. R. Elias, L. E. Orth, A. Li, L. Xu, S. M. Jones, and W. B. Rizzo, "Cholic acid increases plasma cholesterol in Smith-Lemli-Opitz syndrome: A pilot study," *Molecular Genetics and Metabolism Reports,* vol. 38, pp. 101030, 2024.

[53] S. Coupe, A. Hertzog, C. Foran, A. A. Tolun, M. Suthern, C. W. Chung, and C. Ellaway, "Keeping you on your toes: Smith–Lemli–Opitz Syndrome is an easily missed cause of developmental delays," *Clinical case reports,* vol. 11, no. 2, pp. e6920, 2023.

[54] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". Conjuntos y sistemas neutrosóficos, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021

[55] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[56] Macas-Acosta, G., Ricardo, J. E., Vergara-Romero, A., & Sánchez, F. M. "Evaluating the direct effect of an increase in the Value Added Tax on business sales using the Delphi and NAHP+ NSC methods." Neutrosophic Sets and Systems, vol. 71, pp 131-140, 2024.

[57] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[58] Amores, E. R., Vega, L. L., Sánchez, F. M., & León, V. L. "Modelo econométrico de los gastos operativos de la banca en el Ecuador: Periodo 2012–2019: Econometric model of banking operating expenses in Ecuador: Period 2012-2019". REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA, vol. 8 núm. 3, pp 80-99, 2021.

[59] Vergara-Romero, A. "Políticas Públicas para el Desarrollo Local sostenible: Caso Guayaquil." Universidad Ecotec, 2021.

[60] Sánchez, F. M., Santos, C. E. O., & Sentí, V. E. "La gestión del conocimiento y el aprendizaje. Aspectos metodológicos." UCE Ciencia. Revista de postgrado, vol. 7 núm. 2, 2019.

[61] Santos, O. O., Torres, M. O., Anido, L. S., & Sánchez, F. M. "Herramientas Matemáticas como Vía para el Diseño de Sistemas de Estimulación Laboral." GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, vol. 6 núm. 2, pp 61-74, 2018.

[62] Baquerizo, R. M. P., Sánchez, F. M., ORTEGA, C. E., & Estrada, A. F. "Bases de una estrategia de gestión del conocimiento para la universidad inteligente de clase mundial." Revista Espacios, vol. 38, pp 1-13, 2017.

Recibido: Septiembre 23, 2024. Aceptado: Octubre 11, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana en la parroquia urbana 10 de noviembre del cantón Ventanas

Analytical Hierarchical Neutrosophic Analytical Process for the evaluation of the increase of citizen insecurity in the urban parish 10 de noviembre of the Ventanas canton

Josselyn Bryggitte Vilela Verdezoto[1], Lourdes Ayleen Almeida Villavicencio[2], and Maoli Guadalupe Cabanilla Pazmiño[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; ub.josselynvv4@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; lourdesav29@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; maolicp93@uniandes.edu.ec

Resumen. Este proyecto de investigación se centra en la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana en la parroquia urbana 10 de noviembre del cantón Ventanas, Ecuador. Se aborda el fenómeno de la delincuencia desde diversas perspectivas, analizando las estrategias y métodos utilizados en los actos delictivos más relevantes que afectan a la comunidad. La investigación destaca la importancia de identificar cuáles de estos actos delincuenciales tienen un mayor impacto en la percepción de la inseguridad. Con ese fin, se llevaron a cabo encuestas cualitativas y cuantitativas, que proporcionaron una visión integral sobre la realidad cotidiana de los habitantes de la parroquia, permitiendo así identificar el aumento real de la inseguridad. La evaluación del incremento de la delincuencia se realiza mediante la implementación del Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico, un método que permite estructurar y priorizar la información recopilada, facilitando la toma de decisiones informadas. Este enfoque metodológico no solo ayuda a categorizar los actos delictivos según su gravedad y frecuencia, sino que también permite comprender mejor la percepción social sobre la seguridad en la parroquia. Esta investigación busca generar un diagnóstico claro de la situación de la inseguridad ciudadana, brindando herramientas que puedan contribuir a la formulación de estrategias y políticas efectivas para mejorar la seguridad en la comunidad.

Palabras Claves: Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico, inseguridad ciudadana; delincuencia; crimen organizado; robo.

Abstract. This research project focuses on the evaluation of the increase in citizen insecurity in the urban parish of November 10, Ventanas canton, Ecuador. The phenomenon of crime is addressed from various perspectives, analyzing the strategies and methods used in the most relevant criminal acts that affect the community. The research highlights the importance of identifying which of these criminal acts have a greater impact on the perception of insecurity. To this end, qualitative and quantitative surveys were carried out, which provided a comprehensive view of the daily reality of the inhabitants of the parish, thus allowing the identification of the real increase in insecurity. The evaluation of the increase in crime is carried out through the implementation of the Neutrosophic Hierarchical Analytical Process, a method that allows structuring and prioritizing the information collected, facilitating informed decision-making. This methodological approach not only helps to categorize criminal acts according to their severity and frequency, but also allows for a better understanding of the social perception of security in the parish. This research seeks to generate a clear diagnosis of the situation of citizen insecurity, providing tools that can contribute to the formulation of effective strategies and policies to improve security in the community.

Keywords: Neutrosophic Hierarchical Analytical Process, citizen insecurity; delinquency; organized crime; robbery.

1 Introducción

La inseguridad ciudadana se ha convertido en uno de los principales temas de preocupación social en Ecuador, donde los actos delictivos como robos, secuestros, atracos y homicidios generan un clima de temor que permea la vida cotidiana de los ciudadanos. Diversos estudios, como el de [1], destacan que factores como la falta de empleo, la inadecuada atención en salud y, sobre todo, la escasez de educación, son determinantes en el incremento de la violencia. La educación, que se origina y se nutre en el hogar, es esencial para el desarrollo integral de las personas, ya que condiciona su capacidad para actuar dentro del marco legal y fomenta la adquisición de valores que, con el tiempo, se han erosionado en la sociedad actual [2, 37]. Esta descomposición de valores familiares contribuye a la proliferación de un entorno social caracterizado por el miedo, que Ferraro Kenneth describe como una respuesta emocional al delito, exacerbando así la sensación de inseguridad [3, 36.

El Cantón Ventanas, ubicado en la Provincia de Los Ríos, ha experimentado un notable aumento en la inseguridad durante los últimos dos años, manifestándose en robos, sicariatos y delincuencia organizada. Este crecimiento, comparado entre 2021 y 2022, refuerza el estado crítico de inseguridad que también afecta a otras provincias del país. Las consecuencias de este fenómeno son palpables: un aumento en la incertidumbre y la falta de sensación de seguridad impactan negativamente la calidad de vida de los ciudadanos ventanenses. Para abordar esta problemática de forma efectiva, es crucial que las autoridades locales y las fuerzas de seguridad colaboren estrechamente, enfocándose en las raíces de la inseguridad, que incluyen la pobreza, la falta de oportunidades económicas y el acceso limitado a servicios básicos [4, 44].

Es igualmente importante fortalecer la educación y promover la conciencia sobre la seguridad ciudadana, fomentando la cooperación entre la comunidad y las autoridades. Además, es esencial proporcionar recursos y apoyo a las víctimas de la violencia, facilitando terapia y servicios de atención que les ayuden a sanar el impacto emocional de estos delitos [5, 38]. Un enfoque integral que incluya la participación activa de autoridades, fuerzas de seguridad, comunidad y víctimas es fundamental para crear barrios más seguros y saludables, en un esfuerzo conjunto por restaurar la confianza y la cohesión social en Ventanas.

Este proyecto de investigación se centra en la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana en la parroquia urbana 10 de noviembre del cantón Ventanas, Ecuador. La investigación se realiza en virtud de los últimos acontecimientos delincuenciales que afectan a nivel nacional, donde se evidencia un incremento en las muertes violentas mediante la modalidad de sicariato, secuestros, y los famosos vacunadores, actos que preocupan tanto a las autoridades como a la ciudadanía en general. Así también como de aquellos hechos aislados y comunes como los robos, intimidaciones o amenazas que pudiese afectar a la ciudadanía. En este sentido, se definió como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana en la parroquia urbana 10 de noviembre del cantón Ventanas, empleando el Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico (NAHP).

2 Método para la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana en la parroquia urbana 10 de noviembre

El método propuesto en esta investigación está estructurado en tres etapas: entrada, procesamiento y salida de información. La etapa de entrada nutre los criterios de selección del método, posteriormente en la etapa de procesamiento se implementa la evaluación multicriterio. La etapa de salida visualiza la inferencia propuesta por el método como resultado del proceso de evaluación. El método basa su funcionamiento mediante Neutrosophic Analytic Hierarchy Process (NAHP).

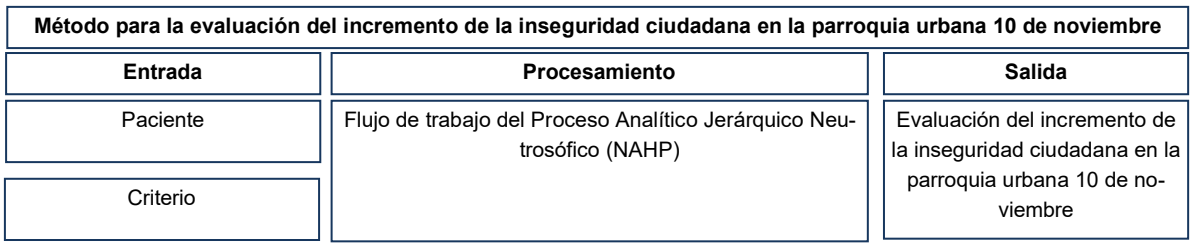


Figura1. Estructura del método para la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana en la parroquia urbana 10 de noviembre

2.1 El Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) fue propuesto por Thomas Saaty 1980 [6]. Constituye uno de los métodos más difundidos en la resolución de problemas de toma de decisiones multicriterios. Esta técnica realiza una modelación del problema que da lugar a la formación de una jerarquía representativa del esquema decisional asociado [7-9], [43, 45]. Dicha jerarquía presenta en el nivel superior la meta que se persigue al resolver el problema y en el nivel inferior se incluyen las distintas alternativas a partir de las que debe tomarse una decisión [10-12]. Los niveles intermedios detallan el conjunto de criterios y atributos considerados [13], [14] [35, 42].

AHP es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto. En esta estructura jerárquica, el objetivo final se encuentra en el nivel más elevado, y los criterios y subcriterios en los niveles inferiores [15-17]. La figura 2 muestra la estructura jerárquica de AHP [18], [19], [36, 41].

En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de toma de decisiones [20-22]. Los elementos que afectan la toma de decisiones son representados en el nivel intermedio, ocupando los criterios los niveles intermedios [23-25]. En el nivel más bajo se comprenden las opciones de decisiones [26, 39, 40].

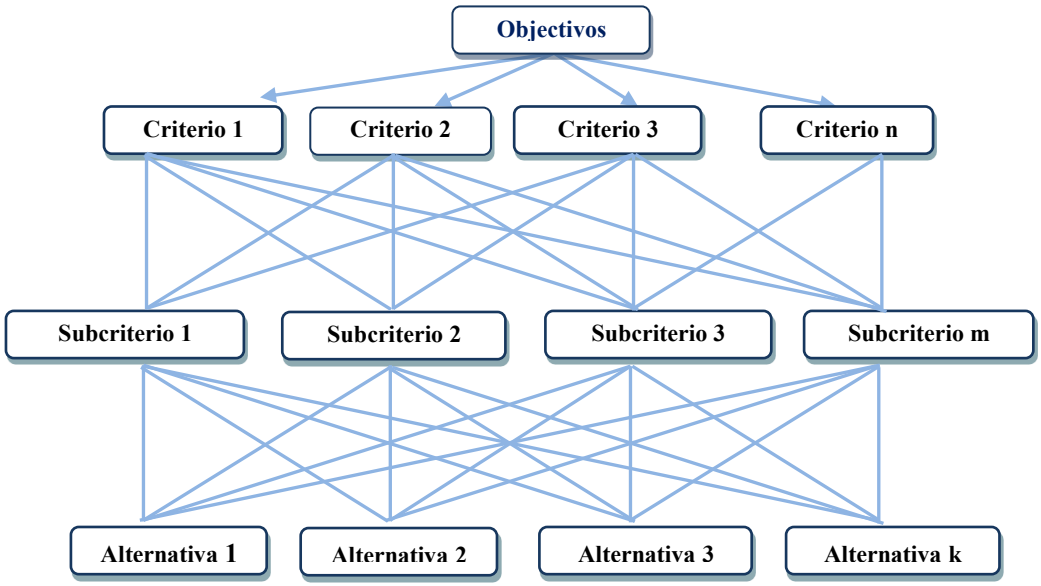


Figura 2. Proceso Analítico Jerárquico.

Una vez definida la estructura jerárquica, se comparan los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior. Para ello se utilizan matrices de comparación pareadas usando una Escala Fundamental [27, 35, 40].

La comparación de las diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada matriz de decisión. [46, 47]

3 Estructura del método propuesto.

Una vez identificados los criterios evaluación, el método realiza un proceso de comparación entre criterios. Se establecen los niveles de importancia o ponderación asociados a los criterios. Se estiman por medio de comparaciones apareadas entre cada criterio. Esta comparación se lleva a cabo usando una escala, tal como expresa la ecuación (1) [28], [29], [36, 39].

$$S = \left\{\frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1,2,3,4,5,6,7,8,9\right\} \quad (1)$$

En el caso de *n* atributos la comparación apareada del elemento *i* con el elemento *j* es colocado en la posición de *aij* de la matriz A de comparaciones apareadas, tal como se muestra en la ecuación (2).

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

A partir del proceso de comparación se obtienen los valores recíprocos de estas comparaciones. Los valores obtenidos se colocados en la posición *aji* de A, con la finalidad de preservar la consistencia del juicio [30, 31, 41]. El proceso de decisión debe comparar la importancia relativa de un elemento con respecto a un segundo, usando la escala de 9 puntos mostrada en la tabla 1.

Para el elemento 1 que fue calificado con fuerte dominancia sobre el elemento 2, se expresa como resultado en la posición a_{12}, se coloca un 5 y recíprocamente en la posición de a_{21} se coloca 1/5.

Tabla 1. La escala de Saaty traducida a una escala triangular neutrosófica.

Escala Saaty	Definición	Escala Triangular Neutrosófica
1	Igualmente influyente	$\tilde{1} = \langle(1,1,1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$
3	Ligeramente influyente	$\tilde{3} = \langle(2,3,4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$
5	Fuertemente influyente	$\tilde{5} = \langle(4,5,6); 0.80, 0.15, 0.20\rangle$
7	Muy fuertemente influyente	$\tilde{7} = \langle(6,7,8); 0.90, 0.10, 0.10\rangle$
9	Absolutamente influente	$\tilde{9} = \langle(9,9,9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$
2, 4, 6, 8	Valores intermedio entre dos escalas cercanas	$\tilde{2} = \langle(1,2,3); 0.40, 0.65, 0.60\rangle$
		$\tilde{4} = \langle(3,4,5); 0.60, 0.35, 0.40\rangle$
		$\tilde{6} = \langle(5,6,7); 0.70, 0.25, 0.30\rangle$
		$\tilde{8} = \langle(7,8,9); 0.85, 0.10, 0.15\rangle$

Por su parte, Saaty estableció que el Índice de Consistencia (CI) debería depender de λ max, el valor propio máximo de la matriz [32, 42, 38]. Definió la ecuación $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$, donde *n* es el orden de la matriz. Además, definió la Relación de Consistencia (CR) con la ecuación CR = CI/RI, donde RI se relaciona en la Tabla 2.

Table 2. RI asociada a cada criterio.

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Si CR≤0.1 se considera que la evaluación de los expertos es suficientemente consistente y por lo tanto podemos proceder a utilizar NAHP.

NAHP tiene como objetivo calificar criterios, subcriterios y alternativas, y clasificar cada alternativa de acuerdo con estos puntajes [33, 34, 37].

NAHP también se puede utilizar en la evaluación de grupo. En tal caso, el valor final se calcula mediante la media geométrica ponderada, mediante las ecuaciones 3 y 4.

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^{n} x_i^{w_i}\right)^{1/\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad (3)$$

Si los pesos de los expertos suman uno, es decir $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$, la ecuación 3 se transforma en la ecuación 4.

$$\bar{x} = \prod_{i=1}^{n} x_i^{w_i} \quad (4)$$

4 Resultados y discusión

Como parte de los resultados el método propuesto fue implementado para la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana en la parroquia urbana 10 de noviembre del cantón Ventanas. La presente sección realiza

una descripción de los resultados obtenidos de su implementación. Para la obtención de la información el método propuesto emplea un enfoque multicriterio multiexperto, expresado como:

El grupo de criterios que caracterizan la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana, en el problema de toma de decisiones tal que:

$$C = \{c_1, , c_n\}, \geq n1 \quad (5)$$

Para lo cual participan el grupo de expertos que intervienen en el problema de toma de decisiones tal que:

$$E = \{e_1, , e_m\}, \geq m1 \quad (6)$$

Mediante el conjunto de alternativas de decisión para en el problema de toma de decisiones propuesto tal que:

$$A = \{a_1, , a_k\}, \geq k1 \quad (7)$$

A partir del análisis realizado, se obtienen los principales criterios a tener en cuenta.

Las alternativas para evaluar son las siguientes:

A_1: La evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana es muy alarmante.

A_2: La evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana no es muy alarmante.

Los criterios para evaluar son los siguientes:

C_1: Percepción ciudadana: evalúa cómo los ciudadanos perciben el nivel de inseguridad en su entorno. Grado de temor y preocupación que sienten respecto a la delincuencia.

C_2: Estadísticas delictivas: datos estadísticos sobre delitos reportados en la comunidad, como robos, asaltos, y otros crímenes.

C_3: Impacto social y económico: consecuencias de la inseguridad en la calidad de vida de los ciudadanos, así como el impacto en la economía local, la reducción de inversiones, migración de residentes y cambios en la actividad comercial.

C_4: Respuesta y eficacia de las autoridades: acciones implementadas por las autoridades locales y la Policía en respuesta a la inseguridad. Efectividad de las políticas de seguridad, capacitaciones y recursos asignados para combatir el delito, así como la satisfacción ciudadana con estas medidas.

Para el desarrollo de la presente investigación se consultaron 5 expertos de los cuales a partir de los que se obtuvo una matriz agregada con la comparación emitida por los expertos correspondientes a los criterios, se resumen en la tabla 3 la agregación obtenida. Los valores se expresan en forma de la escala dada en la tabla 1.

Tabla 3: Pares de comparación correspondientes a los criterios agregados dados por los expertos.

Criterio	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	$\tilde{1}$	$\widetilde{1/5}$	$\widetilde{1/3}$	$\widetilde{1/3}$
C_2	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\widetilde{1/3}$	$\widetilde{1/9}$
C_3	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\widetilde{1/7}$
C_4	$\tilde{3}$	$\tilde{7}$	$\tilde{9}$	$\tilde{1}$

La tabla 4, contiene la valoración media para el total de expertos correspondientes a los requisitos, uno por cada criterio.

Tabla 4: Matriz media nítida por pares correspondiente a los requerimientos dados por los expertos según criterio C_1.

C	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$
C_2	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$
C_3	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$
C_4	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$	$\langle(6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$

A partir de la aplicación de la ecuación 1, se aplica la ecuación 4 para convertir las matrices por pares en matrices nítidas. El CR obtenido fue 0.0033 que represente el valor agregado de los expertos. Se observa que es menor que 0.1. Mientras que, para las matrices de requerimientos, los CR son menores a 0.1 respecto a cada experto y cada criterio. [48, 49, 50]

La Tabla 5 resume los vectores prioritarios de los tres expertos para los criterios, aplicando la Ecuación 1 con pesos wi = 1/3 for i = 1, 2, 3.

Tabla 5: Promedio de vectores de prioridad obtenidos para cada criterio sobre los expertos y su orden.

Alternativas	Promedio sobre expertos de Criterios Vectores Prioritarios	Orden
A_1	⟨(6,7,8);0.90,0.10,0.10⟩	1
A_2	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$	2

La Tabla 6 resume los pesos para cada requerimiento y el orden final.

Tabla 6: Los vectores de prioridad de requisitos y el orden final de requisitos.

Criterios	A_1⟨(6,7,8);0.90,0.10,0.10⟩	$A_2\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$	Vector Prioridad	Orden
C_1	⟨(7,8,9);0.85,0.10,0.15⟩	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$	0.41	3
C_2	⟨(1,1,1);0.50,0.50,0.50⟩	$\langle(3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$	0.35	4
C_3	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	0.57	2
C_4	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	0.69	1

De acuerdo con los resultados resumidos en la Tabla 6, los indicadores poseen un nivel de alarma que se ordenan de la siguiente manera: $C_4 \succ C_3 \succ C_1 \succ C_2$. Quedando demostrada de esta manera la alternativa **A_1:** La evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana es muy alarmante.

5 Discusión

Adicionalmente se realizó una encuesta a pobladores de la parroquia urbana 10 de noviembre del cantón Ventanas. El 100% de las personas considera que la causa primordial del incremento de la inseguridad ciudadana se debe a la ineficiencia o a la falta de eficiencia por parte de las autoridades competentes o encargadas de velar por la seguridad ciudadana, como lo establece el Art. 393 de la Constitución de la República.

El 96,1% de los encuestados manifiesta la incompetencia de la Policía Nacional ante los acontecimientos suscitados a diario, tales como robos, extorsiones, asesinatos y secuestros, actos que generan ansiedad o sensación de miedo y armonía dentro de la vida cotidiana de los ciudadanos de la parroquia 10 de noviembre, incumpliendo de esta manera lo establecido dentro del Art. 163 de la constitución ecuatoriana. [46, 47]

A nivel individual, la inseguridad puede ser causada por factores como la falta de recursos económicos, la violencia doméstica, el expendio y uso de drogas, la falta de oportunidades de trabajo, la falta de acciones de parte de las autoridades competentes para la reinserción en la sociedad a los ciudadanos infractores, el escaso nivel de rehabilitación dentro de los centros de privación de libertad, el acoso escolar, la discriminación, la exclusión social, entre otros. En este caso, la inseguridad se relaciona con la vulnerabilidad y la falta de protección frente a situaciones que pueden afectar la integridad física o emocional de la persona.

La percepción de inseguridad en la parroquia urbana 10 de Noviembre del cantón Ventanas es alarmante, revelando la preocupación de la ciudadanía por su seguridad en el entorno que habitan. Más de la mitad de los ciudadanos se sienten inseguros en su barrio, lo que indica una profunda inquietud por la creciente delincuencia y la falta de protección efectiva. Este escenario se agrava por la sensación de desamparo propiciada por la escasa presencia de fuerzas policiales, lo cual alimenta un círculo vicioso de temor y resignación. Es evidente que el miedo y la incertidumbre han permeado la vida diaria, afectando no solo el bienestar personal, sino también la cohesión social en la comunidad. [35, 43]

La calificación negativa sobre la participación de la policía refleja un descontento con la respuesta institucional frente a la inseguridad. La percepción de que la actuación policial es deficiente destaca la falta de confianza en las autoridades encargadas de salvaguardar el orden público. Esto genera un ambiente propicio para el crecimiento de la criminalidad y contrarresta los esfuerzos de la comunidad por sentirse segura. Cuando una porción significativa de la población considera la actuación de la policía como insatisfactoria, se pone de manifiesto la urgencia de implementar estrategias eficaces, así como beneficios para una relación colaborativa entre las fuerzas del orden y

los habitantes. [48, 49]

Asimismo, la crítica hacia la actuación del gobierno local en materia de seguridad evidencia una deficiencia en políticas públicas que atenúen los factores que propician la delincuencia. La falta de medidas integrales que fomenten el empleo y la reinserción social de los jóvenes denota una visión cortoplacista en la gestión pública. Esta carencia de desarrollo urbano y social contribuye directamente a la percepción de inseguridad, pues las oportunidades limitadas pueden desembocar en el incremento de actividades delictivas.

La identificación de factores como la corrupción dentro de las fuerzas del orden y la fiscalía, así como la existencia de familias disfuncionales y el consumo de drogas, refuerza la idea de que la inseguridad es un problema multifacético. La aceptación de que estas cuestiones son interdependientes sugiere que la solución debe ser integral y multidimensional, considerando todos los elementos que afectan la vida de los ciudadanos. Existen múltiples causas que, si no se abordan de manera conjunta, perpetuarán el ciclo de violencia e inseguridad en la comunidad. [36, 44, 50]

La generalizada desconfianza en la capacidad del gobierno para implementar medidas efectivas frente a la inseguridad pone de manifiesto la necesidad de un cambio en la estrategia gubernamental. Para que los ciudadanos recobren la esperanza en la seguridad, es fundamental que se sientan escuchados y que sus necesidades se traduzcan en políticas que realmente resuelvan los problemas. La colaboración entre las autoridades, la comunidad y sectores económicos es clave para crear un entorno más seguro y propicio para el desarrollo y bienestar colectivo. Solo a través de un esfuerzo conjunto se podrá enfrentar el desafío de la inseguridad y sus múltiples dimensiones.

Conclusión

La investigación tuvo como objetivo desarrollar un método neutrosófico para evaluar el incremento de la inseguridad ciudadana en la parroquia urbana 10 de Noviembre del cantón Ventanas, utilizando el Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico (NAHP). Los resultados obtenidos a través de este método confirmaron que la alternativa A1, que indica que la evaluación del incremento de la inseguridad ciudadana es muy alarmante. Los resultados reflejaron de manera precisa la realidad que enfrentan los habitantes. La percepción de inseguridad entre los pobladores es notablemente alta, y se ha visto acentuada por la evaluación negativa de la actuación de la policía y del gobierno local, lo que evidencia una falta de confianza en las instituciones responsables de garantizar la seguridad. Factores como la corrupción, la escasez de oportunidades económicas y la existencia de problemas sociales, como el consumo de drogas, se identifican como causas centrales del aumento de la delincuencia. Además, la generalizada desconfianza hacia las medidas que el gobierno pueda implementar resalta la necesidad de un enfoque integral que aborde tanto la seguridad como el desarrollo social y económico. En este contexto, es fundamental promover la colaboración entre las autoridades y la ciudadanía para crear un entorno más seguro y resiliente, que priorice las necesidades y preocupaciones de los habitantes en la lucha contra la inseguridad.

Referencias

[1] K. M. ORTEGA, and S. L. PINO, "Impacto social y económico de los factores de riesgo que afectan la seguridad ciudadana en Ecuador," *Revista Espacios,* vol. 42, no. 21, 2021.

[2] W. V. B. Santo, J. G. del Pozo Carrasco, and M. E. G. Santos, "Vulneración de derechos constitucionales a causa de la muerte cruzada en el Ecuador," *Iustitia Socialis: Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Criminalísticas,* vol. 8, pp. 71-83, 2023.

[3] R. L. LaGrange, and K. F. Ferraro, "The elderly's fear of crime: A critical examination of the research," *The fear of crime*, pp. 77-96, 2017.

[4] F. M. Carrera, F. K. Govea, G. E. Hurtado, and C. E. Freire, "Estudio Correlacional de Factores como Desempleo e Índices de Delincuencia en Ecuador," *Información tecnológica,* vol. 30, no. 3, pp. 287-294, 2019.

[5] D. F. T. Torres, M. N. Cejas, D. N. R. Sánchez, and J. B. N. Pazmiño, "El problema de la delincuencia organizada y la cooperación eficaz en el Ecuador," *Uniandes Episteme,* vol. 6, pp. 772-786, 2019.

[6] T. L. Saaty, *Toma de decisiones para líderes*: RWS Publications, 2014.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 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.

[10] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[11] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[12] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.
[13] A. Arquero, M. Alvarez, and E. Martinez, "Decision Management making by AHP (analytical hierarchy process) trought GIS data," *IEEE Latin America Transactions,* vol. 7, no. 1, pp. 101-106, 2009.
[14] S. E. López Cuenca, "Análisis de factibilidad y pertinencia del programa de Maestría en Administración de Empresas con mención en Innovación mediante el modelo AHP difuso," Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Comercial., 2017.
[15] 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.
[16] 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.
[17] 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.
[18] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.
[19] 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.
[20] 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.
[21] 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.
[22] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
[23] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.
[24] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.
[25] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
[26] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
[27] O. M. Cornelio, and J. G. Gulín, "Modelo para la evaluación de habilidades profesionales en un Sistema de Laboratorios a Distancia," *Revista Cientifica,* vol. 3, no. 33, pp. 1, 2018.
[28] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.
[29] W. Ho, and X. Ma, "The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process," *European Journal of Operational Research,* vol. 267, no. 2, pp. 399-414, 2018.
[30] 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.
[31] 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.
[32] O. M. 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.
[33] 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.
[34] 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.
[35] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". Conjuntos y sistemas neutrosóficos, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021
[36] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.
[37] Jirón Abad, Á. D. "Aplicación de las atenuantes establecidas en los artículos 44 y 45 del Coip y su incidencia en contravenciones penales en la administración de justicia de Pastaza año 2021". (Master's thesis), 2022.

[38] Estupinan Ricardo, J., Martinez Vasquez, A. B., Acosta Herrera, R. A., Villacres Alvarez, A. E., Escobar Jara, J. I., & Batista Hernandez, N. "Management System of Higher Education in Ecuador. Impact on the Learning Process". DILEMAS CONTEMPORANEOS-EDUCACION POLITICA Y VALORES, vol. 5 núm. 1, 2018

[39] Muñoz Guarnizo, J. P. "Criminalidad y su incidencia en la estructura social de Loja-Ecuador" (Master's thesis), 2023.

[40] Velasco Espin, L. L. "La delincuencia juvenil aspectos criminológicos en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador, durante el periodo 2020" (Master's thesis), 2023.

[41] Taco Chiliquinga, W. M. "El encarcelamiento masivo en la provincia de Cotopaxi en el año 2021 y la urgente necesidad de implementar una ley de cupo carcelario". (Master's thesis), 2023.

[42] Jiménez Fierro, G. A. "El contrato especial emergente como nueva modalidad contractual en la emergencia sanitaria y su repercusión en el derecho constitucional al trabajo en la ciudad de Quito en el año 2020". (Master's thesis), 2022.

[43] Moscoso Macias, K. E. "La mediación extrajudicial en alimentos como garantía al interés superior del menor y la tutela efectiva de los derechos en el cantón el Carmen, en el período 2020" (Master's thesis), 2022.

[44] Sánchez Cifuentes, N. P. "La exigencia de arraigo social en las audiencias de flagrancia provoca indefensión y estigmatización del procesado, cantón San Lorenzo, año 2020" (Master's thesis), 2022.

[45] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[46] Amores, E. R., Vega, L. L., Sánchez, F. M., & León, V. L. "Modelo econométrico de los gastos operativos de la banca en el Ecuador: Periodo 2012–2019: Econometric model of banking operating expenses in Ecuador: Period 2012-2019". REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA, vol. 8 núm. 3, pp 80-99, 2021.

[47] Vergara-Romero, A. "Políticas Públicas para el Desarrollo Local sostenible: Caso Guayaquil." Universidad Ecotec, 2021.

[48] Sánchez, F. M., Santos, C. E. O., & Sentí, V. E. "La gestión del conocimiento y el aprendizaje. Aspectos metodológicos." UCE Ciencia. Revista de postgrado, vol. 7 núm. 2, 2019.

[49] Santos, O. O., Torres, M. O., Anido, L. S., & Sánchez, F. M. "Herramientas Matemáticas como Vía para el Diseño de Sistemas de Estimulación Laboral." GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, vol. 6 núm. 2, pp 61-74, 2018.

[50] Baquerizo, R. M. P., Sánchez, F. M., ORTEGA, C. E., & Estrada, A. F. "Bases de una estrategia de gestión del conocimiento para la universidad inteligente de clase mundial." Revista Espacios, vol. 38, pp 1-13, 2017.

Recibido: Septiembre 23, 2024. Aceptado: Octubre 12, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método multicriterio neutrosófico para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad en el Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra

Neutrosophic multicriteria method for the analysis of complementary feeding in children 6-24 months of age at the Health Center No. 1 in the city of Ibarra

Olga Mireya Alonzo Pico[1], Joselyn Selena Alban Montenegro[2], and Melba Esperanza Narváez Jaramillo[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.olgaalonzo@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; et.joselynsam83@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.melbanarvaez@uniandes.edu.ec

Resumen. La alimentación complementaria es un proceso crucial en el desarrollo de los niños entre 6 y 24 meses de edad, un período en el cual se introduce una variedad de alimentos sólidos y semisólidos junto a la leche materna o fórmula infantil. La investigación se centra en el desarrollo de un Método multicriterio neutrosófico para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6 a 24 meses de edad en el Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra, Ecuador. La metodología propuesta se basa en el enfoque neutrosófico, que permite una evaluación integral de diversos criterios que afectan la calidad de la alimentación complementaria. Estos criterios incluyen la variedad nutricional de los alimentos, la aceptación y preferencias de los niños, la información y educación que reciben las madres sobre la alimentación, así como las condiciones de salud de los infantes. Al integrar múltiples aspectos en la evaluación, se busca identificar áreas de mejora y proporcionar recomendaciones basadas en evidencia para optimizar las prácticas de alimentación complementaria en el entorno del Centro de Salud. Los resultados de esta investigación contribuyen a establecer un marco de referencia para la implementación de estrategias de intervención que promuevan una alimentación saludable y adecuada en los niños de esta franja etaria. Además, los hallazgos sirven como base para futuras investigaciones en otras localidades, favoreciendo el bienestar infantil y reduciendo la prevalencia de problemas nutricionales en la población ecuatoriana.

Palabras Claves: método multicriterio neutrosófico, alimentación complementaria, niños de 6 a 24 meses, lactancia materna.

Abstract. Complementary feeding is a crucial process in the development of children between 6 and 24 months of age, a period in which a variety of solid and semi-solid foods are introduced along with breast milk or infant formula. The research focuses on the development of a multicriteria neutrosophic method for the analysis of complementary feeding in children from 6 to 24 months of age at Health Center No. 1 in the city of Ibarra, Ecuador. The proposed methodology is based on the neutrosophic approach, which allows a comprehensive evaluation of various criteria that affect the quality of complementary feeding. These criteria include the nutritional variety of foods, the acceptance and preferences of children, the information and education that mothers receive about feeding, as well as the health conditions of infants. By integrating multiple aspects in the evaluation, the aim is to identify areas for improvement and provide evidence-based recommendations to optimize complementary feeding practices in the Health Center environment. The results of this research contribute to establishing a frame of reference for the implementation of intervention strategies that promote healthy and adequate nutrition in children in this age group. In addition, the findings serve as a basis for future research in other localities, promoting child well-being and reducing the prevalence of nutritional problems in the Ecuadorian population.

Keywords: neutrosophic multicriteria method, complementary feeding, children from 6 to 24 months, breastfeeding.

1 Introducción

La lactancia materna es un proceso biológico y emocional fundamental en las primeras etapas de la vida, proporcionando no solo nutrición, sino también seguridad y conexión emocional entre la madre y el bebé, además desde el punto de vista nutricional, la leche materna es la fuente ideal de alimentación para los recién nacidos y los lactantes [1]. Contiene todos los nutrientes necesarios en proporciones óptimas, adaptándose a las cambiantes necesidades del bebé a medida que crece [2, 37].

La desnutrición infantil se origina principalmente debido al acceso insuficiente a alimentos nutritivos, una situación exacerbada por factores como la pobreza, la falta de educación de las madres, el acceso limitado a servicios básicos, la ausencia de educación nutricional y políticas públicas ineficaces [3]. Esto tiene un impacto negativo en el desarrollo cognitivo de los niños, su rendimiento escolar, su productividad futura y aumenta el riesgo de enfermedades no transmisibles, como la diabetes y las enfermedades cardiovasculares desde temprana edad, debido a la afectación de sus órganos y sistemas [4, 36].

La leche materna incluye anticuerpos y otros componentes inmunológicos que protegen al bebé contra infecciones y enfermedades, especialmente durante los primeros meses de vida, cuando su sistema inmunitario aún está en desarrollo [5]. Por otra parte, la alimentación complementaria es un proceso crucial en el desarrollo de los niños entre 6 y 24 meses de edad, un período en el cual se introduce una variedad de alimentos sólidos y semisólidos junto a la leche materna o fórmula infantil, ya que este proceso no solo proporciona los nutrientes adicionales necesarios para el crecimiento y desarrollo óptimo de los niños, sino que también juega un papel fundamental en el desarrollo de habilidades motoras orales y en la exposición a nuevas texturas y sabores, contribuyendo así al establecimiento de hábitos alimentarios saludables [6, 38].

En el contexto del Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra, la alimentación complementaria adquiere una dimensión importante debido a su impacto en la salud y bienestar a largo plazo de la población infantil local, enfatizando la importancia de prácticas de alimentación adecuadas y personalizadas según las necesidades de cada niño [7, 39].

En [8] se observó que aquellos que empezaron a seguir las recomendaciones de alimentación complementaria después de los seis meses mostraron una correlación favorable en términos de su estado nutricional, incluyendo peso, estatura, índice de masa corporal (IMC) y perímetro cefálico, todos dentro de los rangos normales, aunque un pequeño porcentaje presentó crecimiento anormal, por otra parte, con relación a los alimentos complementarios o productos lácteos de origen animal, los más consumidos incluyen el yogur y los batidos, mientras que la leche y el queso se consumen en menor medida.

Este estudio contribuye directamente a la promoción de la salud infantil, un componente esencial de la salud integral. Al proporcionar información y estrategias para mejorar la nutrición en las etapas tempranas de la vida, nuestro proyecto apoya los esfuerzos nacionales para mejorar la calidad de la atención sanitaria disponible para los niños, asegurando que las familias en Ibarra tengan acceso a recursos y conocimientos que fomenten un desarrollo saludable desde la infancia. [45, 46]

A partir del escenario antes descrito la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método multicriterio neutrosófico para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad en el Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra.

2 Materiales y métodos

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades [9, 10, 40]. El método basa su funcionamiento a partir un entorno neutrosófico para modelar la incertidumbre.

Se sustenta sobre un esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados lingüísticos en un entorno neutrosófico [11, 35], [12-14], [41, 42]. La figura 1 muestra las actividades fundamentales del método propuesto.

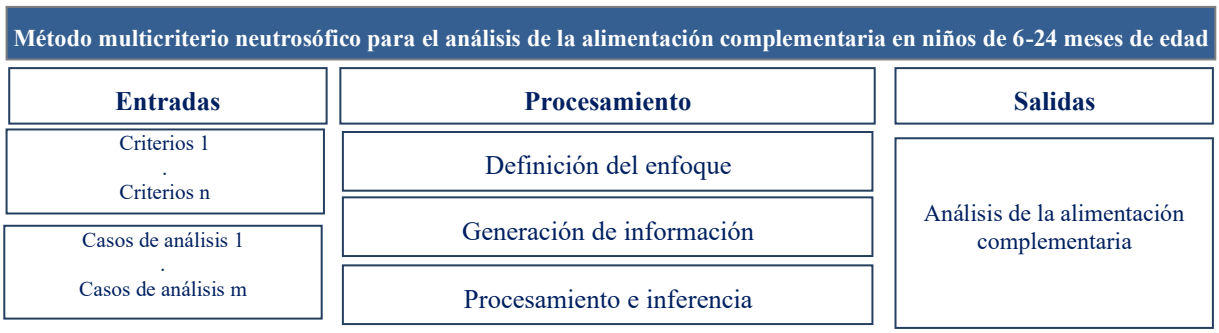


Figura 1: Representación del método para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad.

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información, y procesamiento e inferencia [15, 16, 43]. A continuación, se describen las diferentes etapas del método:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para corregir la estructura sobre la toma de decisiones y para determinar apoyar la toma de decisiones sobre la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad. El marco se modela a partir de los siguientes elementos:

- Sea $E = \{e_1, , e_n\}, (n > 2)$ un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1, , ti_m\}, (m > 2)$ un conjunto de niños de 6-24 meses de edad objeto de análisis.
- Sea $C = \{c_1, , c_k\}, (k > 2)$ un conjunto de criterios que caracterizan la alimentación complementaria.

Se utiliza un marco de información heterogéneo[17-19], [36, 44]. Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico [20], [21], [22, 23]. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones.

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad [24-26], [37, 38]. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1:

$$P_j^i = \left\{p_{j1_1}^i, , p_{jh}^i\right\} \quad (1)$$

Donde:

P_j^i representa la preferencia otorgada al criterio c_k sobre los casos de análisis r_j expresado por el experto e_i .

La etapa obtiene las informaciones que son de necesidad para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la inferencia de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre las toma de decisiones para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad. [47, 48]

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de, a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos, realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable para la toma de decisiones sobre la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad. Para ello la información es unificada y agregada [27, 35, 39].

A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.

A 2TLNNS se define como [28]:

A partir de $S = \{s_0, , s_g\}$ que representa una 2TLSs con cardinalidad impar t + 1.

Se define para (S_t, a), (S_i, b), $(S_f, c) \in L$ y a,b,c ∈ [0, t], donde (S_t, a), (S_i, b), $(S_f, c) \in L$ expresan independientemente del grado de verdad, grado de indeterminación y el grado de falsedad por 2TLSs.

Por lo tanto: 2TLNNSs se define:

$$l_j = \{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\} \quad (2)$$

Donde:

$$0 \le \Delta^{-1}(St_j, a) \le t, 0 \le \Delta^{-1}(Si_j, b) \le t, 0 \le \Delta^{-1}(Sf_j, c) \le t$$

$$0 \le \Delta^{-1}(St_j, a) + \ 0 \le \Delta^{-1}(Si_j, b) + 0 \le \Delta^{-1}(Sf_j, c) \le 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [29].

Sea

$l_1 = \{(St_1, a), (Si_1, b), (Sf_1, c)\}$ a

2TLNN en L la función de puntuación y precisión en l_1 se define como:

$$S(l1) = \Delta\left\{\frac{2t + \Delta^{-1}(St_1, a) - \Delta^{-1}(Si_1, a) - \Delta^{-1}(Sf_1, a)}{3}\right\}, \Delta^{-1}\big(s(l_1)\big) \in [0, t] \quad (3)$$

$$H(l1) = \Delta\left\{\frac{t + \Delta^{-1}(St_1, a) - \Delta^{-1}(Sf_1, a)}{2}\right\}, \Delta^{-1}\big(h(l_1)\big) \in [0, t] \quad (4)$$

4 Procesamiento e inferencia:

La información se unifica en un dominio lingüístico específico (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

a) Seleccionar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T) .

b) Transformación de valores numéricos en [0, 1] al $F(S_T)$.

c) Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de los casos de análisis. El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto [30], teniendo en cuenta su conocimiento y su importancia en el proceso toma de decisiones sobre la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad.

El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre los casos de análisis, esta clasificación permite priorizar los casos analizados con más valor [31-33], [36, 40]. El caso de análisis más significativo es aquel que tiene la evaluación colectiva máxima $Max\{(r_l, a_j), = 1,2, , n\}$. Los requisitos se priorizan según este valor en orden decreciente. [49,50]

3 Resultados y discusión

La presente sección, describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad en el Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra. Se realizó un estudio de caso en este Centro de Salud. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método.

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$\mathrm{E} = \{\mathrm{e}_1, , \mathrm{e}_3\}$, que representan los 5 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$\mathrm{Ps} = \{\mathrm{Ps}_1, , \mathrm{Ps}_{11}\}$, de 11 niños de 6-24 meses de edad

A partir de la valoración de los $\mathrm{C} = \{\mathrm{c}_1, , \mathrm{c}_5\}$, los cuales conforman los 5 criterios de evaluación.

La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

Tabla 1: Criterios utilizados para para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad.

No	Criterio	Descripción
1	Variedad y nutrición de los alimentos	Diversidad de alimentos que se incluyen en la alimentación complementaria, considerando la variedad de grupos alimenticios (frutas, verduras, proteínas, cereales y grasas saludables) y su capacidad para satisfacer las necesidades nutricionales del niño en términos de vitaminas y minerales esenciales.
2	Frecuencia y cantidad de las comidas	Frecuencia con la que se ofrecen alimentos sólidos y semisólidos, así como la cantidad de porciones adecuadas para la edad del niño, asegurando que se respeten las recomendaciones de dieta para este grupo etario.
3	Aceptación y preferencias del niño	Aceptación de los diferentes alimentos por parte de los niños, así como las preferencias alimenticias que puedan influir en la incorporación de alimentos en su dieta. Este criterio incluye observar reacciones y comportamientos frente a nuevos alimentos.
4	Conocimiento y educación nutricional de los padres y personal del centro de salud	Conocimiento que las madres y el personal del centro de salud tienen sobre la alimentación complementaria adecuada, incluyendo aspectos como la preparación de los alimentos, la identificación de alergias alimentarias, y las pautas de introducción de nuevos alimentos.
5	Condiciones de salud y crecimiento del niño	Estado de salud general y el crecimiento de los niños, incluyendo el peso y la longitud, para identificar posibles problemas nutricionales o de salud que puedan surgir debido a una alimentación inadecuada o a la falta de seguimiento médico.

Cada experto podría dar la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Se elige un dominio lingüístico común para verbalizar los resultados que se expresan. Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2 [34].

Tabla 2: 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)

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre a alimentación complementaria en 11 niños de 6-24 meses de edad en el Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra, son almacenadas para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la figura 2. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T.

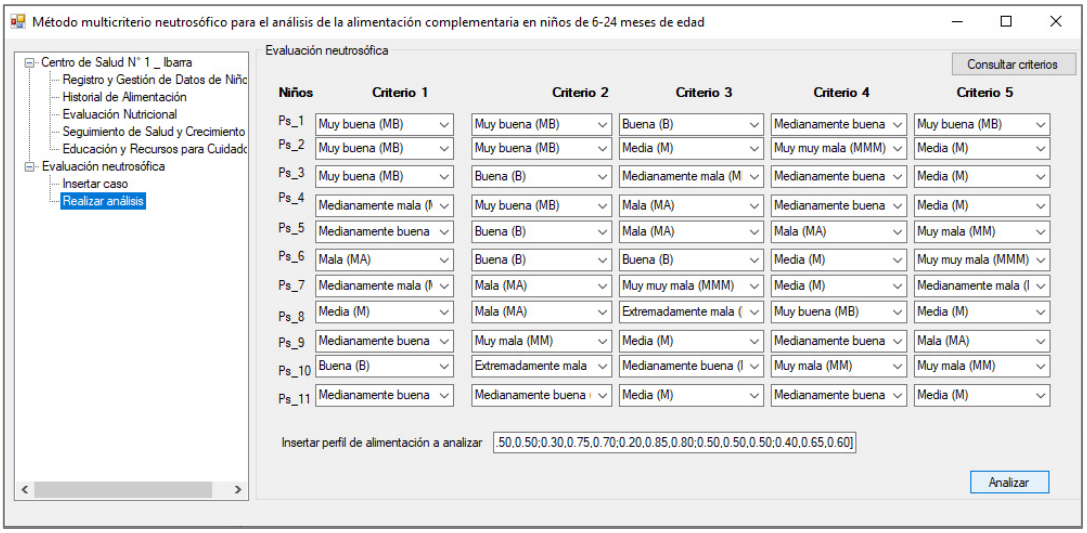


Figura 2: Presentación de los resultados

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación de los casos de análisis. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por cada experto [19, 41]. En este caso los vectores de ponderación W=[0.50,0.50,0.50;0.30,0.75,0.70;0.20,0.85,0.80;0.50,0.50,0.50;0.40,0.65,0.60]

Para calcular la evaluación colectiva, el operador 2-TLNNWA de la tabla 3 muestra los resultados con los valore de puntuación.

Tabla 3: Evaluación colectiva para los casos de análisis.

Casos	Coincidencia	Puntuación
Ps_1	[0, 0, 1,0 0]	0.2
Ps_2	[1, 1, 0,0 1]	0.6
Ps_3	[0, 0, 0,0 0]	0
Ps_4	[1, 1, 1,0 1]	0.8
Ps_5	[0, 0, 0,1 0]	0.4
Ps_6	[0, 0, 1,1 0]	0.4
Ps_7	[0, 0, 1,0 0]	0.2
Ps_8	[0, 0, 0,0 0]	0
Ps_9	[0, 0, 0,0 0]	0.2
Ps_{10}	[1, 1, 0,1 0]	0.6
Ps_{11}	[1, 1, 1,1 1]	1

Finalmente, se ordenan todas las evaluaciones colectivas y se establece una clasificación entre los casos de análisis con el propósito de identificar las mejores alternativas de puntuación calculadas.

Tabla 4: Resultados de la función de puntuación mejores 5 resultados.

Casos	**Coincidencia**	**Puntuación**
Ps_4	[1, 1, 1,0 1]	0.8
Ps_5	[0, 0, 0,1 0]	0.4
Ps_7	[0, 0, 1,1 0]	0.4
Ps_9	[1, 1, 0,1 0]	0.6
Ps_{10}	[1, 1, 1,1 1]	1
Ps_{11}	[1, 1, 0,0 1]	0.6

En el estudio la clasificación ordenada de la función de puntuación en la detección de homicidio preterintencional quedó recomendada como sigue:

Tabla 5: Resultados ordenado de la función de puntuación de la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad

.

Casos	Coincidencia	Puntuación
Ps_5	[1, 1, 0,0 1]	0.6
Ps_9	[0, 0, 0,1 0]	0.4
Ps_4	[0, 0, 1,1 0]	0.4
Ps_7	[1, 1, 1,1 1]	1
Ps_{10}	[1, 1, 1,0 1]	0.8
Ps_{11}	[1, 1, 0,1 0]	0.6

Siendo este el orden de casos para analizar la alimentación complementaria en niños de 6-24 meses de edad en el Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra.

4 Discusión

De los resultados de la implementación del método neutrosófico, se derivan varios hallazgos importantes. La introducción temprana de alimentos complementarios, evidenciada por el hecho de que un porcentaje significativo de madres inicia la sustitución de la lactancia materna antes de los seis meses, plantea preocupaciones serias en la salud infantil. Las recomendaciones globales de salud enfatizan la importancia de mantener la lactancia exclusiva durante este período crítico, dado que la leche materna proporciona nutrientes esenciales y anticuerpos necesarios para un crecimiento y desarrollo óptimos. La incorporación prematura de alimentos no solo puede obstaculizar el aporte de estos nutrientes vitales, sino también aumentar la probabilidad de infecciones y alergias en los niños. Esto sugiere que es fundamental reforzar la educación sobre la lactancia materna y la alimentación adecuada desde el nacimiento. La promoción de mejores prácticas alimentarias debe ir acompañada de un apoyo sólido a las madres, garantizando que comprendan los beneficios de la lactancia materna y las implicaciones de la introducción temprana de otros alimentos. [35, 36, 42]

Asimismo, es preocupante que una proporción considerable de madres alimente a sus hijos con comidas sólidas solo de una a dos veces al día. Esta frecuencia insuficiente puede no satisfacer las necesidades energéticas de los niños en esta etapa de crecimiento acelerado, donde la alimentación complementaria juega un papel crucial en su desarrollo. Una dieta variada y equilibrada, que incluya una gama más amplia de alimentos en diferentes texturas, es esencial para prevenir deficiencias nutricionales que pueden tener un impacto duradero en el desarrollo físico y cognitivo de los niños. La limitada introducción de alimentos sólidos sugiere que hay una necesidad crítica de programas educativos que informen a los cuidadores sobre las pautas de la alimentación complementaria, destacando la importancia de ofrecer alimentos de forma regular y diversificada para fomentar hábitos alimenticios saludables desde una edad temprana. [43, 44, 46]

Además, la escasa utilización de vitaminas y minerales por parte de un porcentaje significativo de madres resalta otro aspecto preocupante en el ámbito de la nutrición infantil. La falta de suplementación puede ser un indicador de acceso limitado a servicios de salud, carencias económicas o simplemente falta de conocimiento sobre la importancia de estos nutrientes en el desarrollo. Especialmente en contextos donde la dieta diaria podría no ser adecuada, las vitaminas y minerales juegan un papel fundamental en la prevención de problemas de salud como la anemia o el retraso en el crecimiento. Es imperativo que las iniciativas de salud pública no solo eduquen a los padres sobre la nutrición, sino que también faciliten el acceso a suplementos necesarios, asegurando que todos los niños tengan la oportunidad de alcanzar su máximo potencial de crecimiento y desarrollo saludable. [47, 48]

La falta de evaluación para alergias alimentarias en un porcentaje considerable de niños resalta una preocupación crítica en el ámbito de la salud pediátrica. La identificación temprana de las alergias es esencial para prevenir posibles reacciones adversas que pueden variar desde síntomas leves hasta episodios anafilácticos peligrosos. Cuando las alergias no son diagnosticadas, los niños corren el riesgo de ser expuestos a alérgenos de manera continua, lo que no solo puede resultar en reacciones inmediatas, sino también en el desarrollo de condiciones asociadas como asma o eczema a lo largo del tiempo. Esta situación puede reflejar deficiencias en el acceso a servicios de salud y en la educación sobre la importancia de la detección anticipada de alergias alimentarias. La promoción de un mayor acceso a evaluaciones de salud y educación sobre alergias es crucial para proteger a los niños y proporcionar un marco seguro para su alimentación. [49, 50]

La fuente de información sobre alimentación complementaria es otro componente vital en la nutrición infantil. El hecho de que muchos padres reciban información principalmente de familiares y amigos, en lugar de profesionales de la salud, podría llevar a la perpetuación de creencias erróneas y prácticas inadecuadas en la alimen-

tación complementaria. Aunque el apoyo de familiares y amigos es importante, su nivel de conocimiento puede variar, lo que aumenta el riesgo de que los niños no reciban la nutrición adecuada. Este fenómeno pone de relieve la necesidad de implementar programas de educación nutricional que ofrezcan información basada en evidencia a los padres y cuidadores. A través de un enfoque educativo dirigido y accesible, se podría mejorar la calidad de la alimentación complementaria, promoviendo prácticas saludables que beneficien el crecimiento y desarrollo infantil.

Además, las dificultades alimentarias reportadas por un cuarto de las madres son una señal de alarma que apunta a problemas potenciales subyacentes en los niños. Estas dificultades, que pueden abarcar desde el rechazo de alimentos hasta vómitos constantes, deben ser abordadas adecuadamente por profesionales de la salud. Tales síntomas pueden ser indicativos de alergias alimentarias no diagnosticadas, disfunciones alimentarias o problemas de salud gastrointestinal. Las barreras en la alimentación pueden no solo comprometer el aporte nutricional necesario, sino también crear un entorno de estrés y ansiedad durante las comidas, lo que puede impactar adversamente tanto en el bienestar emocional del niño como en la dinámica familiar. Por lo tanto, se hace esencial realizar evaluaciones integrales para identificar las causas de estas dificultades y asegurar que se implementen intervenciones apropiadas para apoyar a los niños en su desarrollo saludable.

Además, la falta de acceso a alimentos saludables y diversificados, que afecta a un gran número de familias, subraya una ineludible crisis en la nutrición infantil. Sin acceso a una variedad de alimentos ricos en nutrientes, las familias se ven forzadas a depender de opciones de menor calidad, que pueden ser más accesibles económicamente, pero que no satisfacen las necesidades nutricionales necesarias para un desarrollo óptimo. Esta situación no solo eleva el riesgo de malnutrición, sino que también puede contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas en la infancia, como la obesidad y otros trastornos metabólicos. Es fundamental abordar esta problemática mediante políticas que faciliten el acceso a alimentos nutricionales y programas de apoyo que eduquen a las familias sobre la importancia de una dieta balanceada. Solo a través de un enfoque comprensivo y colaborativo se puede garantizar el desarrollo saludable de los niños en sus primeros años de vida.

Conclusión

La investigación realizada tuvo como objetivo desarrollar un Método multicriterio neutrosófico para el análisis de la alimentación complementaria en niños de 6 a 24 meses en el Centro de Salud N° 1 de la ciudad de Ibarra. A través de esta metodología, se logró evaluar y comprender de manera integral las diferentes dimensiones que influyen en la alimentación complementaria y su impacto en la salud infantil. Los hallazgos revelaron la existencia de preocupaciones significativas, como la falta de evaluación de alergias alimentarias, la escasa información obtenida por los padres sobre prácticas óptimas de alimentación, las dificultades alimentarias experimentadas por los niños y el limitado acceso a alimentos saludables. Estas condiciones no solo ponen de manifiesto la necesidad de mejorar el conocimiento y acceso a recursos nutricionales, sino también la importancia de implementar programas de educación dirigidos a padres y cuidadores. El Método multicriterio neutrosófico, al integrar diferentes criterios y perspectivas, resultó ser una herramienta valiosa para identificar áreas críticas y fomentar la toma de decisiones informadas en la alimentación complementaria. Los resultados de esta investigación destacan la urgencia de abordar estas problemáticas mediante estrategias que fomenten un desarrollo saludable en la infancia, garantizando que cada niño tenga acceso a una nutrición adecuada durante sus primeros años.

Referencias

[1] A. García-Moreno, "Factores biopsicosociales asociados a la lactancia materna en adolescentes: Breve revisión," *IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria,* vol. 6, no. 3, pp. 10-18, 2021.

[2] J. M. Palomares Cantero, "El derecho a la lactancia del menor nacido de maternidad subrogada: un análisis biojurídico y bioético," *Medicina y ética,* vol. 34, no. 4, pp. 999-1035, 2023.

[3] J. Rivera, "La malnutrición infantil en Ecuador: una mirada desde las políticas públicas," *Revista Estudios de Políticas Públicas,* vol. 5, no. 1, pp. 89-107, 2019.

[4] K. Madero-Zambrano, D. Marsiglia-López, K. Ruidiaz-Gómez, and J. Rivera-Gómez, "Aplicación de prácticas clave: lactancia materna, alimentación complementaria, micronutrientes, desarrollo mental y social de niños menores de 5 años," *Archivos de Medicina (Col),* vol. 21, no. 1, pp. 92-106, 2021.

[5] L. H. V. Cortez, A. C. C. Espinoza, J. E. N. Yánez, and A. I. R. Basantes, "Nutrición en la defensa inmunitaria, el papel de la leche y sus componentes naturales, revisión sistemática," *Salud, Ciencia y Tecnología,* vol. 4, pp. 843-843, 2024.

[6] J. Freire, and A. García, "Alimentación complementaria y neurodesarrollo," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar,* vol. 7, no. 1, pp. 9678-9695, 2023.

[7] E. López-Huamanrayme, N. Atamari-Anahui, M. C. Rodriguez-Camino, M. G. Mirano-Ortiz-de-Orue, A. B. Quispe-Cutipa, E. A. Rondón-Abuhadba, and C. J. Pereira-Victorio, "Prácticas de alimentación complementaria, características sociodemográficas y su asociación con anemia en niños peruanos de 6-12 meses," *Revista Habanera de Ciencias Médicas,* vol. 18, no. 5, pp. 801-816, 2019.

[8] J. Taco, D. Agualongo, O. Patín, and N. Guano, "Alimentación complementaria asociada al estado nutricional para niños/niñas de 6 a 12 meses de edad," Bionatura, 2023.

[9] 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.

[10] 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.

[11] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.

[15] 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.

[16] 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.

[17] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[18] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[19] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.

[20] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[21] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.

[22] 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.

[23] 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.

[24] 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.

[25] 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.

[26] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[27] O. M. 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] J. Wang, G. Wei, and Y. Wei, "Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators," *Symmetry,* vol. 10, no. 5, pp. 131, 2018.

[29] F. Mata, "Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüisticos multigranulares," *Universidad de Jaén, Doctoral Thesis Jaén*, 2006.

[30] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[31] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.

[32] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[33] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[34] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[35] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". Conjuntos y sistemas neutrosóficos, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021

[36] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 482-490, 2023.

[37] Jirón Abad, Á. D. "Aplicación de las atenuantes establecidas en los artículos 44 y 45 del Coip y su incidencia en contravenciones penales en la administración de justicia de Pastaza año 2021". (Master's thesis), 2022

[38] Estupinan Ricardo, J., Martinez Vasquez, A. B., Acosta Herrera, R. A., Villacres Alvarez, A. E., Escobar Jara, J. I., & Batista Hernandez, N. "Management System of Higher Education in Ecuador. Impact on the Learning Process". DILEMAS CONTEMPORANEOS-EDUCACION POLITICA Y VALORES, vol. 5 núm. 1, 2018.

[39] Muñoz Guarnizo, J. P. "Criminalidad y su incidencia en la estructura social de Loja-Ecuador" (Master's thesis), 2023.

[40] Velasco Espin, L. L. "La delincuencia juvenil aspectos criminológicos en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador, durante el periodo 2020" (Master's thesis), 2023.

[41] Taco Chiliquinga, W. M. "El encarcelamiento masivo en la provincia de Cotopaxi en el año 2021 y la urgente necesidad de implementar una ley de cupo carcelario". (Master's thesis), 2023.

[42] Jiménez Fierro, G. A. "El contrato especial emergente como nueva modalidad contractual en la emergencia sanitaria y su repercusión en el derecho constitucional al trabajo en la ciudad de Quito en el año 2020". (Master's thesis), 2022.

[43] Moscoso Macias, K. E. "La mediación extrajudicial en alimentos como garantía al interés superior del menor y la tutela efectiva de los derechos en el cantón el Carmen, en el período 2020" (Master's thesis), 2022.

[44] Sánchez Cifuentes, N. P. "La exigencia de arraigo social en las audiencias de flagrancia provoca indefensión y estigmatización del procesado, cantón San Lorenzo, año 2020" (Master's thesis), 2022.

[45] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[46] Amores, E. R., Vega, L. L., Sánchez, F. M., & León, V. L. "Modelo econométrico de los gastos operativos de la banca en el Ecuador: Periodo 2012–2019: Econometric model of banking operating expenses in Ecuador: Period 2012-2019". REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA, vol. 8 núm. 3, pp 80-99, 2021.

[47] Vergara-Romero, A. "Políticas Públicas para el Desarrollo Local sostenible: Caso Guayaquil." Universidad Ecotec, 2021.

[48] Sánchez, F. M., Santos, C. E. O., & Sentí, V. E. "La gestión del conocimiento y el aprendizaje. Aspectos metodológicos." UCE Ciencia. Revista de postgrado, vol. 7 núm. 2, 2019.

[49] Santos, O. O., Torres, M. O., Anido, L. S., & Sánchez, F. M. "Herramientas Matemáticas como Vía para el Diseño de Sistemas de Estimulación Laboral." GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, vol. 6 núm. 2, pp 61-74, 2018.

[50] Baquerizo, R. M. P., Sánchez, F. M., ORTEGA, C. E., & Estrada, A. F. "Bases de una estrategia de gestión del conocimiento para la universidad inteligente de clase mundial." Revista Espacios, vol. 38, pp 1-13, 2017.

Recibido: Septiembre 24, 2024. Aceptado: Octubre 14, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner

Neutrosophic method for the evaluation of Herlyn-Werner Syndrome

Nicole Madelen Guerrero Zabala[1], Melanie Doménica Saquinga Toasa[2], María Ilusión Solís Sánchez[3], and Nancy Yolanda Urbina Romo[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; nicolegz72@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; melaniest58@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; ua.mariass26@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; ua.nancyur26@uniandes.edu.ec

Resumen. El síndrome de Herlyn-Werner es una patología rara que afecta a las mujeres entre 0,1 a 3,8% de la población general, su etiología es desconocida pero existe una malformación congénita del útero y la vagina, el diagnóstico es tardío lo que genera consecuencias graves como la infertilidad, endometriosis secundaria, adherencias pélvicas, piosalpinx e incluso piocolpos. El tratamiento es principalmente mediante cirugía y dependiendo de la anomalía, será la intervención quirúrgica. A partir de la problemática antes descrita la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner. Es un síndrome raro que presenta complicaciones al momento de diagnosticar. Es importante la clínica y el seguimiento una vez diagnosticado. Sin embargo, la falta de estudios de este síndrome hace que no se conozca la etiología y por ende haya limitados tratamientos en estas pacientes, además de que un diagnóstico tardío aumenta la probabilidad de endometriosis e infertilidad.

Palabras Claves: método neutrosófico, Síndrome Herlyn-Werner, OHVIRA, útero didelfo, hemivagina obstruida, agenesia renal ipsilateral.

Abstract. Herlyn-Werner syndrome is a rare disease that affects women between 0.1 and 3.8% of the general population. Its etiology is unknown, but it is a congenital malformation of the uterus and vagina. Diagnosis is late, which leads to serious consequences such as infertility, secondary endometriosis, pelvic adhesions, pyosalpinx, and even pyocolpos. Treatment is mainly by surgery, and depending on the abnormality, the surgical intervention will be required. Based on the problem described above, the present research aims to develop a neutrosophic method for the evaluation of Herlyn-Werner syndrome. It is a rare syndrome that presents complications at the time of diagnosis. The clinical picture and follow-up once diagnosed are important. However, the lack of studies on this syndrome means that the etiology is unknown and therefore there are limited treatments in these patients. In addition, a late diagnosis increases the probability of endometriosis and infertility.

Keywords: neutrosophic method, Herlyn-Werner syndrome, OHVIRA, uterus didelphys, obstructed hemivagina, ipsilateral renal agenesis.

1 Introducción

El síndrome de Herlyn-Werner-Wunderlich (HWWS, por sus siglas en inglés) que también se lo suele conocer como OHVIRA debido a la presencia de hemivagina obstruida y anomalía renal ipsilateral. Esta patología es debido a una malformación congénita que se presenta en mujeres y se sabe que se caracteriza por anomalía del conducto de Wolff con su consecuente alteración de la fusión de los conductos de Müller [1].

La etiología no se conoce por completo pero se sugiere que puede ser por exposición a factores ambientales, teratógenos, fármacos, aunque la mayoría son de base poligénica multifactorial. No se asocia a defectos genéticos porque el cariotipo en estas pacientes es normal [2, 53, 54].

Embriológicamente, los conductos de Muller se empiezan a desarrollar de la sexta a novena semana de gestación, en la octava semana estos conductos migran hacia la línea media y se fusionan para formar el útero, trompas

de Falopio, cuello uterino y el tercio superior de la vagina. Adicionalmente, los conductos de Wolff forman parte importante en el desarrollo de los riñones y de los conductos de Muller ipsilateral, lo que resulta en una aberración en la diferenciación del sistema mesonéfrico. Por esta razón, cuando existe un desarrollo anormal de los conductos de Wolff va a provocar una alteración o no de los conductos de Muller y como consecuencia, malformaciones uterinas (útero bicorne, es decir 2 cuernos y 1 cuello uterino o un útero didelfo, 2 cuernos y 2 cuello uterino) y vaginales complicadas [3], [4, 55].

La incidencia de este síndrome es muy rara generalmente entre el 0,1 al 3,8% de la población femenina suele tenerlo y se diagnostica con más frecuencia en la pubertad debido al dolor pélvico y abdominal que presenta, es muy raro que se suela presentar en otros grupos de edad como en mujeres embarazadas [5, 56]. Suele haber un retraso en el diagnóstico debido a lo raro que es el síndrome y esto hace que aumente la endometriosis y la infertilidad en la paciente, además se estima que el 50% de las mujeres que presenten anomalías uterinas y vaginales, también presentarán anomalías del tracto urinario [4, 52].

Está caracterizada por la tríada clásica de útero didelfo, hemivagina obstruida y agenesia renal ipsilateral. Aunque la agenesia renal sea una característica de estas pacientes, también pueden presentar riñón pélvico o en hendidura o duplicación del sistema colector o uréteres ectópicos, generalmente es dos veces más predominante en el lado derecho que en el izquierdo esto debido a que el riñón derecho es más susceptible al daño hipóxico que el lado izquierdo ya que este suele presentar una maduración mitocondrial precoz y como resultado hay un menor daño tisular después de la hipoxia [6, 57].

La clasificación dentro de este síndrome se suele dividir en dos, la de clase 1 y la clase 2, que a su vez se subdividen dos categorías [7]:

1. Clase 1, hemivagina completamente destruida

1.1. Hemivagina ciega

Hay una obstrucción completa de la vagina, el útero que se encuentra detrás del tabique se va a encontrar aislado del contralateral y por lo tanto no habrá una comunicación entre el útero aislado y la vagina. En estas pacientes la edad de inicio es temprana, el hematocolpo surge unos meses después de la menarquia y suelen cursar con un dolor agudo abdominal, fiebre y vómitos. La endometriosis suele ser consecuencia del reflujo de sangre hacia la cavidad abdominal y empeorar gravemente a la paciente, por lo que si no se trata a tiempo, esto evoluciona a endometriosis secundaria, adherencias pélvicas, piosalpinx e incluso piocolpos. En la cirugía se suele encontrar hemoperitoneo [8].

1.2. Atresia cervicovaginal sin útero comunicante

Al igual que el anterior, hay una hemivagina completamente obstruida, y el cuello uterino que se encuentra detrás del tabique está atrésico y por lo tanto la menstruación no puede fluir por ahí. Las características clínicas son similares a la hemivagina ciega [8].

2. Clase 2, hemivagina obstruida de forma incompleta

2.1. Reabsorción parcial del tabique vaginal

Dentro de esta clase, hay presencia de una pequeña comunicación entre las dos vaginas, ya que la cavidad vaginal detrás del tabique no se encuentra totalmente obstruida. Usualmente la menstruación fluye a través de la comunicación, sin embargo el drenaje se ve impedido. La edad de inicio es más tardía y se suele presentar años después de la menarquia. Los principales síntomas son el flujo vaginal purulento o sanguinolento, además de que este tipo de pacientes presentan a menudo infecciones del sistema genital ascendente [8, 58].

2.2. Con úteros comunicantes

La hemivagina aquí se encuentra completamente obstruida y, contrario a la otra, la comunicación es a través de los cuellos uterinos duplicados, por lo que la menstruación de útero que se encuentra detrás del tabique sale hacia el cuello uterino contralateral externo. Sin embargo, al igual que el anterior, el drenaje se encuentra impedido (9). La mayoría de estas pacientes presentan molestias crónicas con períodos menstruales prolongados.

El diagnóstico en estos pacientes suele ser tardío debido a que los síntomas no se presentan hasta que haya una dismenorrea poco después de la menarquia, típicamente se diagnostica a los 12 a 18 meses después de la menarquia y la dismenorrea es debido a que las pacientes son tratadas con antiinflamatorios y anticonceptivos lo cual hace que se suprima o elimine la menstruación. Sin embargo, la sospecha clínica y el conocimiento del síndrome son importantes para evitar complicaciones graves [8], [9, 54].

Usualmente la resonancia magnética (RM) es el estándar de oro para el diagnóstico ya que nos ayuda a poder

clasificarlo de MDA, debido a que en esta podemos ver a detalle la morfología uterina desde el contorno, forma de la cavidad uterina hasta la naturaleza de los fluidos en estas cavidades, además ayuda a identifica patologías asociadas como endometriosis, adherencias, anomalías renales. También se puede usar la tomografía computarizada (TC) sin embargo no se lo recomienda porque es menos precisa y somete al paciente a radiación ionizante y en caso de que no haya RM lo más recomendable es que el diagnóstico se haga a través de histeroscopia que es una técnica endoscópica que permite visualizar de forma directa el interior de la cavidad vaginal [10, 53].

Por otro lado, se suele usar la ecografía vaginal al inicio ya que es de bajo costo, tiene buena visualización del útero y ajenos. La ecografía puede indicar útero doble (o útero mediastínico) y acumulación de sangre o líquido en un lado de la cavidad uterina o la vagina [11, 51, 59].

El objetivo de esta revisión bibliográfica es: Identificar los aspectos relevantes, criterios clínicos, diagnóstico, tratamiento del síndrome Herlyn-Werner-Wunderlich y su importancia en el área de salud. De esta manera, para llegar a nuestro objetivo hicimos una revisión exhaustiva de revistas y artículos científicos más actualizados y relevantes que nos guían al conocimiento de este síndrome. Nuestra evidencia sólida y confiable lo hacemos a través de nuestra bibliografía indicada en el documento.

2 Materiales y métodos

El método propuesto está diseñado para soportar el proceso de toma de decisiones para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner.

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos de alternativas, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos [12], [13], [52, 60]. Con respecto al concepto "toma de decisiones", Schein, plantea [14]: es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización[15, 16, 55].

Un proceso de toma de decisiones donde varían los objetos o decisiones, es considerado como un problema de toma de decisiones multicriterio [17-19]. La evaluación multicriterio constituye una optimización con varias funciones objetivo simultaneas y un agente decisor. La ecuación 1 formaliza el problema planteado.

$$Max = F(x), x \in X \tag{1}$$

Donde:
x: es un vector $[x_1, , x_n]$ de las variables de decisión.
X: es la denominada región factible. Representa el dominio de valores posible que puede tomar la variable.
F(x): es un vector $[F_1 x, , F_n x]$ de las P funciones objetivos que recogen los criterios.
Max: representa la función a maximizar, esta no es restrictiva.

Específicamente los problemas multicriterio discretos constan básicamente de dos tipos de datos que constituyen el punto de partida para diferentes problemas de toma de decisiones multicriterio discreto (DMD).

Cada problema de toma de decisiones puede ser diferente, sin embargo a partir de la versatilidad de su naturaleza se puede definir un procedimiento para la resolución de problemas.

2.1 Método neutrosófico para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner

El método neutrosófico para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner, basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, multiexperto donde se modela el cumplimiento de los indicadores para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner. Utiliza en su inferencia el método multicriterio Ponderación Lineal Neutrosófica.

El método está diseñado mediante una estructura de tres etapas que en su conjunto determina la evaluación de competencias.

Etapa 1: Identificación de los criterios evaluativos.

Representa el conjunto de criterios que se valoran para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner. Constituye un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots c_n\}$, n ≥ 2, criterios para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner.

Etapa 2: Determinación de los pesos.

Para la determinación de los pesos asociados a las competencias se utiliza un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots e_m\}$, $m \geq 2$, donde E, representa los expertos que intervienen en el proceso.

Etapa 3: evaluación neutrosófica de la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner.

Para la resolución de problemas de toma de decisiones, diversos han sido los métodos multicriterios propuestos [20, 21]. Cuando se desea emitir una ponderación para una determinada alternativa, los métodos de ordenamiento y agregación representan una forma viable para su aplicación [22-24]. Dentro de los métodos multicriterio clásicos se encuentra la ponderación lineal [25], [26]. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 2 , [27].

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{2}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio. Se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios [28-30]. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i. Se obteniene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio [31]. Se asigna un peso $W_j(j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j [32-34].

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [35], [36]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [37, 56], [38, 39, 51]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [40], [41], [42], [52]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [43-45]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{3}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 4.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)} \, r_{ij(T,I,F)} \tag{4}$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_j$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

r_{ij}: representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

La etapa de evaluación representa el procesamiento del método para emitir el resultado de la inferencia propuesta. Se procesan los datos empleando el método de la ponderación lineal mediante la ecuación 4. Como resultado se evalúa el Síndrome Herlyn-Werner.

3 Resultados y discusión

Para la implementación del método neutrosófico para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner. Se desarrollaron las etapas definidas que permitieron determinar el índice de pertinencia del Síndrome Herlyn-Werner. A continuación se detalla el cumplimiento de estas etapas.

Etapa 1: Identificación de los criterios evaluativos.

Para el análisis y funcionamiento del método propuesto se utilizaron 5 criterios que hacen referencia para la evaluación del Síndrome Herlyn-Werner. En la tabla 1 se muestran los criterios.

Tabla 1: Criterios para medir el cuidado.

No	Criterios	Descripción
1	Diagnóstico por imagen	Utilizar estudios como la resonancia magnética (RM) o la ecografía pélvica para identificar la presencia de un útero didelfo (duplicación uterina), hemivagina obstruida y agenesia renal ipsilateral. Estos estudios son fundamentales para confirmar la malformación anatómica característica del síndrome.
2	Presencia de síntomas clínicos	Evaluar los signos y síntomas asociados, como la dismenorrea cíclica (dolor menstrual intenso), hematocolpos (acumulación de sangre en la vagina) o hematometra (acumulación de sangre en el útero), que se manifiestan típicamente poco después de la menarquia (primera menstruación).
3	Funcionalidad renal	Realizar estudios de función renal para determinar la existencia de agenesia renal unilateral (ausencia de uno de los riñones) o malformaciones renales asociadas, lo cual es un componente clave del síndrome y puede influir en el manejo clínico.
4	Complicaciones asociadas	Identificar posibles complicaciones, como infecciones recurrentes del tracto genitourinario (por la obstrucción vaginal), abscesos pélvicos o problemas reproductivos en la vida adulta. Estas complicaciones pueden impactar la calidad de vida y la fertilidad futura de la paciente.
5	Evaluación quirúrgica	Considerar la necesidad de intervención quirúrgica para corregir la obstrucción vaginal y prevenir complicaciones a largo plazo, como infecciones crónicas o infertilidad. El éxito de la intervención es un criterio importante para el pronóstico y manejo del síndrome.

Etapa 2: Determinación de los pesos.

Para la etapa de determinación de los pesos atribuidos a las competencias, se realizó la consulta a 5 expertos que expresaron sus valoraciones sobre las competencias. Se obtuvieron las tablas valorativas las cuales fueron agregadas en una tabla resultante. La Figura 1 muestra el resultado de la valoración de los criterios una vez realizado el proceso de agregación.

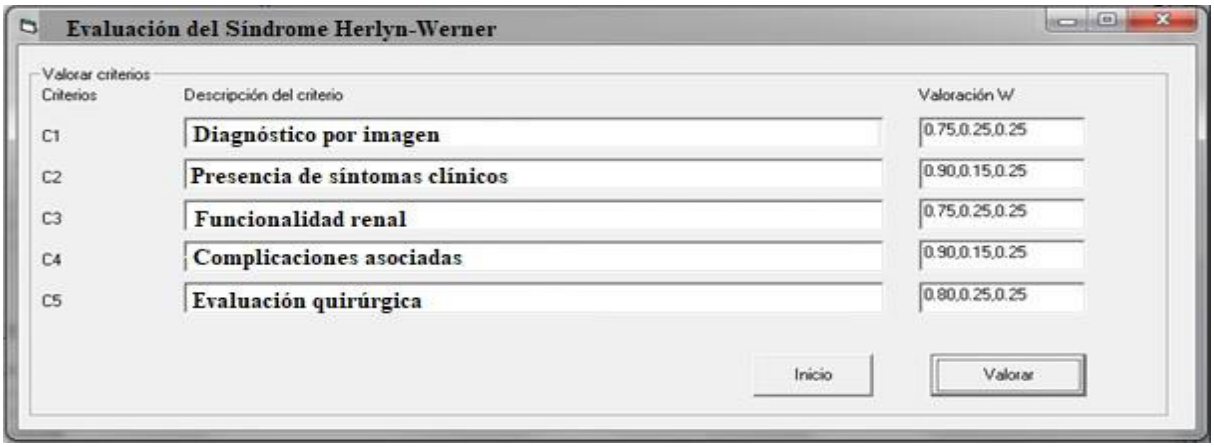


Figura 1: Peso atribuido a los criterios a partir de la consulta a expertos.

Etapa 3: evaluación neutrosófica del Síndrome Herlyn-Werner.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de los criterios definidos, se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de cada criterio en el rio cristal del Cantón Montalvo. La figura 2 muestra el resultado del cálculo realizado.

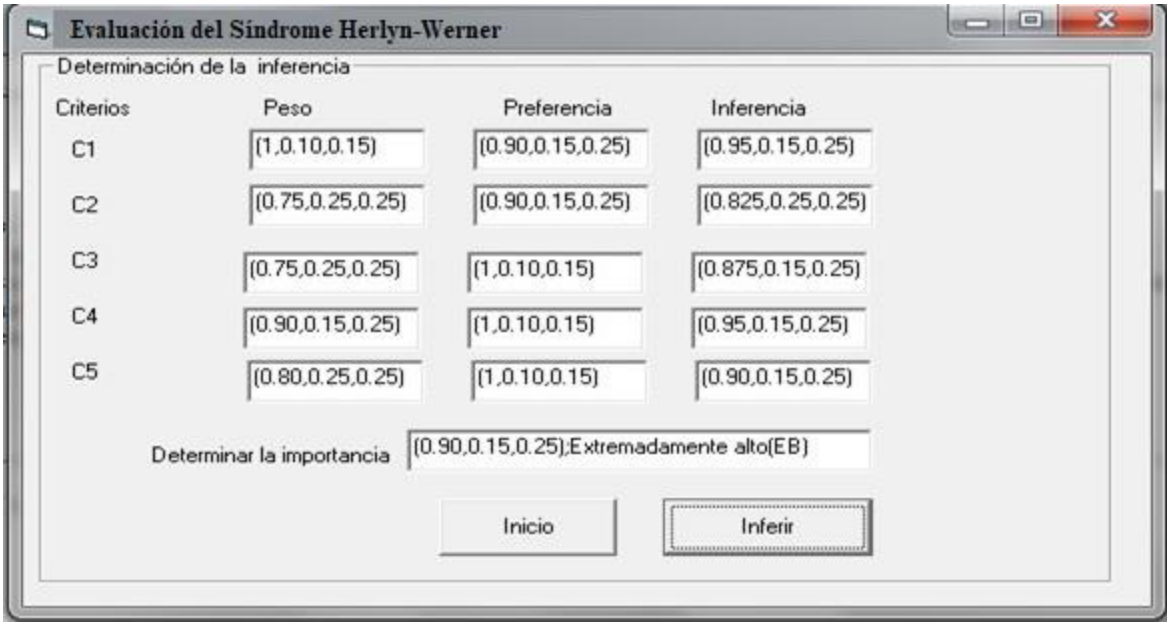


Tabla 3: Procesamiento del sistema de toma de decisiones.

Para el caso de análisis se evidencia un índice de 0.90 lo que representa un alto índice de evaluación del Síndrome Herlyn-Werner.

4 Discusión

Aunque varios estudios se menciona sobre la laparoscopia cuando no se cuenta con RM o se duda del diagnóstico por la misma, adicional a esto, este tipo de técnica diagnóstica y terapéutica nos facilita en intervenciones como hematocolpos o drenaje del hematometra o la marsupialización por lo que en estas complicaciones, la laparoscopia se considera el estándar de oro.

La septumectomía vaginal, ya sea por laparoscopia o endoscopia, suele ser el tratamiento a elección en estas pacientes, adicionalmente a un drenaje adecuado lo que en muchos casos proporciona un alivio sintomático y proteger la fertilidad de las pacientes. Aunque el tratamiento quirúrgico va a depender del nivel de obstrucción, debido a que en un hemicérvix obstruido el abordaje es diferente [46]. En pacientes jóvenes sin vida sexual, que tengan el himen intacto se puede realizar, bajo el histeroscopio, la septumectomía oblicua vaginal [47, 57].

La mayoría de los pacientes se suelen recuperar después de la resección del tabique vaginal y en caso de presentar una malformación renal se debe realizar una resección tranabdominal del útero atrésico (9). Además la vaginoplastia se hace una vez que el procedimiento haya pasado, para poder reconstruir la vagina en caso de que sea necesario [48, 51].

Las complicaciones en estas pacientes son muchas pero suelen verse más afectadas por la infertilidad de este síndrome, además de que se puede presenciar complicaciones como endometriosis, hemato/piosalpinx, hemato/piocolpos, hemato/piometra y adherencias pélvicas. Además una anomalía mülleriana por sí sola llega afectar en gran medida las posibilidades de concepción [49, 58, 61].

En cuanto a la fertilidad, las mujeres que tienen un útero didelfo tienen sólo el 85% de probabilidad de quedar embarazada y de estos embarazos, la mayoría, el 64%, se dan en el útero contralateral a la hemivagina obstruida. La tasa de abortos espontaneos en estas pacientes es el 30% al 33%, la de mortalidad perinatal del 3,6%, parto prematuro del 21% al 29% y tiene una mayor incidencia de mala presentación fetal, y de todo esto solo el 57% al 68% suelen dar embarazos exitosos. Dentro de un estudio el 54% de las mujeres que tienen este síndrome y quedaron embarazadas dieron a luz a sus primeros bebés a término antes del tratamiento quirúrgico para la hemivagina obstruida [50, 52].

El pronóstico en estas pacientes es muy bueno si se les diagnostica a tiempo, hay mayor preocupación en la preservación de la fertilidad. Hay que prevenir cualquier infección en estas pacientes y siempre hay que estar monitoreando sobre todo en su función renal ya que son propensas a generar una insuficiencia renal. Aunque es un sindrome raro, es importante informar a la paciente de las complicaciones que esta genera sobre todo para que disminuya el riesgo de endometriosis e infertilidad, también advertirle que, de quedar embarazada, la paciente puede llegar a sufrir abortos espontaneos y pueda complicarse aún más el cuadro clínico. [59, 60]

Conclusión

Con el desarrolo del método neutrosófico se pudo determinar las características principales del Síndrome Herlyn-Werner, como su triada útero didelfo, hemivagina obstruida y agenesia renal ipsilateral está presente en casi todos los casos clínicos, además de que la resonancia magnética forma una parte esencial para poder determinar su diagnóstico. Dada la complejidad de las malformaciones asociadas con el HWW, una evaluación multidisciplinaria que incluya ginecólogos, radiólogos y urólogos es esencial para un manejo óptimo. Ya que de esta manera podemos hacer un diagnóstico temprano y por ende evitar la infertilidad, endometriosis secundaria, entre otros.

Es importante tener a disposición el método diagnóstico principal que es la resonancia magnética para poder detectar el síndrome a tiempo, además el tratamiento es principalmente personalizado según las anomalías de cada paciente. Si se trata a tiempo, es decir se realiza una cirugía a tiempo para desobstruir la hemivagina y se mejora las otras malformaciones asociadas hay resultados positivos y bajos los factores de riesgo de infertilidad.

El seguimiento de la función renal y ginecológica debe ir de la mano para evitar posibles complicaciones. Aunque dentro de esta revisión hubo más artículos en comparación con años anteriores, aún falta mucha investigación de esta enfermedad sobre todo para entender su etiología y de esa manera desarrollar nuevos métodos de diagnósticos y tratamientos menos invasivos. Sobre todo falta abundar en la parte psicológica de este síndrome, como esto impacta en las mujeres que desean ser madres y la manera en que sobrellevan todo esto.

Referencias

[1] J. Qi, P. Zhou, H. Peng, J. Deng, Y. Shao, L. Ye, and S. Luo, "Clinical and Imaging Characteristics of Herlyn-Werner-Wunderlich Syndrome: a Comprehensive Analysis," *Reproductive Sciences*, pp. 1-8, 2024.

[2] E. P. Monzón Castillo, and G. Tejada Martínez, "Síndrome de Herlyn-WernerWunderlich: Reporte de un caso," *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia,* vol. 65, no. 2, pp. 213-218, 2019.

[3] R. Arakaki, K. Yoshida, J. Imaizumi, T. Kaji, T. Kato, and T. Iwasa, "Obstructed hemivagina and ipsilateral renal agenesis (OHVIRA) syndrome: A case report," *International Journal of Surgery Case Reports,* vol. 107, pp. 108368, 2023.

[4] W. Horst, R. C. de Melo, G. Theilacker, and B. Schmitt, "Herlyn-Werner-Wunderlich syndrome: clinical considerations and management," *BMJ Case Reports CP,* vol. 14, no. 3, pp. e239160, 2021.

[5] H. S. Sidhu, and P. K. Madaan, "Herlyn–Werner–Wunderlich syndrome in a multiparous female," *BJR| case reports,* vol. 7, no. 1, pp. 20200132, 2021.

[6] M. Rusda, A. Umara, and A. Y. M. Rambe, "Herlyn Werner Wunderlich syndrome with hematocolpos symptom," *Open access Macedonian journal of medical sciences,* vol. 7, no. 16, pp. 2679, 2019.

[7] R. Roziana, H. Nora, C. R. Maharani, C. M. Yeni, T. P. Dewi, R. Rusnaidi, I. Indirayani, R. Aditya, Z. Al-Shather, and S. D. Haryani, "Herlyn-Werner-Wunderlich syndrome: Challenges in diagnosis and management," *Narra J,* vol. 3, no. 2, 2023.

[8] L. Zhu, N. Chen, J.-L. Tong, W. Wang, L. Zhang, and J.-H. Lang, "New classification of herlyn-werner-wunderlich syndrome," *Chinese medical journal,* vol. 128, no. 02, pp. 222-225, 2015.

[9] D. Lamichhane, A. Sutihar, G. Janakyraman, R. J. Shrestha, and M. R. Razeeb, "Herlyn-Werner-Wunderlich Syndrome: A Case Report," *JNMA: Journal of the Nepal Medical Association,* vol. 61, no. 268, pp. 949, 2023.

[10] C. G. Fachin, J. L. A. S. Rocha, A. A. Maltoni, R. L. das Chagas Lima, V. A. Zendim, M. A. Agulham, A. Tsouristakis, and A. I. B. dos Santos Dias, "Herlyn-Werner-Wunderlich syndrome: diagnosis and treatment of an atypical case and review of literature," *International Journal of Surgery Case Reports,* vol. 63, pp. 129-134, 2019.

[11] M. Liu, L. Zhang, Y. Xia, X. Huang, T. Ye, Y. Zhang, Z. Qi, L. Wang, X. Lai, and Q. Dai, "New Consideration of Herlyn-Werner-Wunderlich Syndrome Diagnosed by Ultrasound," *Journal of Ultrasound in Medicine,* vol. 40, no. 9, pp. 1893-1900, 2021.

[12] S. Herbert, "The new science of management decision," *New York*, 1960.

[13] E. SCHEIN, "Process consultation," 1988.

[14] E. B. F. Fincowsky, "Toma de decisiones empresariales," *Contabilidad y Negocios* vol. Vol 6, No 11, pp. 113-120. ISSN 1992-1896, 2011.

[15] O. Mar Cornelio, J. Gulín González, and I. Santana Ching, "Sistema de Laboratorios Remoto para las prácticas de control de la carrera de Ingeniería en Automática," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 15, no. 2, pp. 77-95, 2021.

[16] B. B. Fonseca, and O. M. Cornelio, "Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 15, no. 5, pp. 70-84, 2022.
[17] 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.
[18] 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.
[19] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
[20] 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.
[21] 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.
[22] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.
[23] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.
[24] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.
[25] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.
[26] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.
[27] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.
[28] 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.
[29] 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.
[30] 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.
[31] O. M. 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.
[32] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.
[33] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.
[34] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
[35] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[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] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.
[38] 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.
[39] 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.
[40] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
[41] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[42] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
[43] 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.
[44] 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.

[45] 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.

[46] E. Negrão, B. Flor-de-Lima, S. C. Dias, L. Guimarães, and A. J. Madureira, "Herlyn-Werner-Wunderlich syndrome: A case report in a young woman, with literature review," *Radiology Case Reports,* vol. 17, no. 6, pp. 1991-1995, 2022.

[47] J. Zhang, S. Xu, L. Yang, and Y. Songhong, "MRI image features and differential diagnoses of Herlyn–Werner–Wunderlich syndrome," *Gynecological Endocrinology,* vol. 36, no. 6, pp. 484-488, 2020.

[48] D. S. Nishu, M. M. Uddin, K. Akter, S. Akter, M. Sarmin, and S. Begum, "Herlyn-Werner-Wunderlich syndrome presenting with dysmenorrhea: a case report," *Journal of medical case reports,* vol. 13, pp. 1-6, 2019.

[49] A. L. Borges, N. Sanha, H. Pereira, A. Martins, and C. Costa, "Herlyn-Werner-Wunderlich syndrome also known as obstructed hemivagina and ipsilateral renal anomaly: A case report and a comprehensive review of literature," *Radiology Case Reports,* vol. 18, no. 8, pp. 2771-2784, 2023.

[50] C. Tangshewinsirikul, W. Dulyaphat, S. Diawtipsukon, Y. Tingthanatikul, C. Satirapod, and D. Wattanasirichaigoon, "Successful pregnancy outcome in Herlyn-Werner-Wunderlich syndrome with pyocolpos: A case report and literature review," *Clinical case reports,* vol. 8, no. 11, pp. 2217-2222, 2020.

[51] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". Conjuntos y sistemas neutrosóficos, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021

[52] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.

[53] Jirón Abad, Á. D. "Aplicación de las atenuantes establecidas en los artículos 44 y 45 del Coip y su incidencia en contravenciones penales en la administración de justicia de Pastaza año 2021". (Master's thesis), 2022.

[54] Estupinan Ricardo, J., Martinez Vasquez, A. B., Acosta Herrera, R. A., Villacres Alvarez, A. E., Escobar Jara, J. I., & Batista Hernandez, N. "Management System of Higher Education in Ecuador. Impact on the Learning Process". DILEMAS CONTEMPORANEOS-EDUCACION POLITICA Y VALORES, vol. 5 núm. 1, 2018.

[55] Muñoz Guarnizo, J. P. "Criminalidad y su incidencia en la estructura social de Loja-Ecuador" (Master's thesis), 2023.

[56] Velasco Espin, L. L. "La delincuencia juvenil aspectos criminológicos en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador, durante el periodo 2020" (Master's thesis), 2023.

[57] Taco Chiliquinga, W. M. "El encarcelamiento masivo en la provincia de Cotopaxi en el año 2021 y la urgente necesidad de implementar una ley de cupo carcelario". (Master's thesis), 2023.

[58] Jiménez Fierro, G. A. "El contrato especial emergente como nueva modalidad contractual en la emergencia sanitaria y su repercusión en el derecho constitucional al trabajo en la ciudad de Quito en el año 2020". (Master's thesis), 2022.

[59] Moscoso Macias, K. E. "La mediación extrajudicial en alimentos como garantía al interés superior del menor y la tutela efectiva de los derechos en el cantón el Carmen, en el período 2020" (Master's thesis), 2022.

[60] Sánchez Cifuentes, N. P. "La exigencia de arraigo social en las audiencias de flagrancia provoca indefensión y estigmatización del procesado, cantón San Lorenzo, año 2020" (Master's thesis), 2022.

[61] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

Recibido: Septiembre 24, 2024. Aceptado: Octubre 14, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de los privados de libertad en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil

Neutrosophical method to determine the rate of violation of the right to life of prisoners in the coastal prison of the city of Guayaquil

Segundo Heriberto Granja Huacón[1], Nicole Valeska Acurio Sáenz[2], and Cesia Lucero Carriel Vinces[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; ub.segundogh04@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; nicoleas77@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Babahoyo. Ecuador; cesiacv82@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un Método neutrosófico para determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de los privados de libertad en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil. La vulneración del derecho a la vida de los individuos privados de libertad es una preocupación central en cualquier sociedad, ya que este derecho fundamental, consagrado en múltiples instrumentos legales y de derechos humanos, se enfrenta a diversas amenazas en el contexto carcelario. La investigación se centra en identificar y evaluar las manifestaciones de esta vulneración, que pueden incluir violencia física, falta de acceso a atención médica adecuada y condiciones de vida precarias. Se plantean herramientas metodológicas que permitan evaluar de manera integral las diferentes dimensiones de la vulnerabilidad, considerando aspectos tanto cuantitativos como cualitativos. Al aplicar el Método neutrosófico, se busca no solo medir el grado de vulneración, sino también proporcionar un marco para el análisis de las injusticias sociales, la discriminación y las condiciones de criminalidad que afectan a esta población. Los resultados de esta investigación están destinados a contribuir a un mayor entendimiento de la situación en las cárceles y fomentar la implementación de políticas públicas que garanticen el respeto al derecho a la vida y mejores condiciones para los privados de libertad, promoviendo así una sociedad más justa y equitativa.

Palabras Claves: método neutrosófico, derechos humanos, justicia, seguridad, bienestar.

Abstract. The present research aims to develop a Neutrosophic Method to determine the rate of violation of the right to life of those deprived of liberty in the coastal prison of the city of Guayaquil. The violation of the right to life of individuals deprived of liberty is a central concern in any society, since this fundamental right, enshrined in multiple legal and human rights instruments, faces various threats in the prison context. The research focuses on identifying and evaluating the manifestations of this violation, which may include physical violence, lack of access to adequate medical care and precarious living conditions. Methodological tools are proposed that allow a comprehensive evaluation of the different dimensions of vulnerability, considering both quantitative and qualitative aspects. By applying the Neutrosophic Method, the aim is not only to measure the degree of violation, but also to provide a framework for the analysis of social injustices, discrimination and criminal conditions that affect this population. The results of this research are intended to contribute to a better understanding of the situation in prisons and to promote the implementation of public policies that guarantee respect for the right to life and better conditions for prisoners, thus promoting a more just and equitable society.

Keywords: neutrosophic method, human rights, justice, security, well-being.

1 Introducción

La vulneración del derecho a la vida de los individuos privados de libertad es una preocupación central en cualquier sociedad. Este derecho fundamental, consagrado en numerosos instrumentos legales y derechos humanos, abarca la protección de la vida de cada persona frente a amenazas, agresiones o negligencias [1, 39]. La vulneración de este derecho puede manifestarse en diversas formas, desde la violencia física hasta la falta de acceso a atención médica adecuada o condiciones de vida dignas [2, 40]. Las injusticias sociales, la discriminación o la criminalidad pueden despojar a los individuos de este derecho, generando consecuencias devastadoras a nivel personal y comunitario. Es crucial abordar esta problemática con políticas integrales, educación y acciones concretas para proteger la vida de todos los individuos, independientemente de su condición, origen o situación socioeconómica [3, 38].

La situación de muertes masivas en la cárcel Litoral refleja una crisis humanitaria que demanda atención urgente, y han generado un entorno propicio para la propagación de pérdida de vidas. Estas tragedias revelan fallas estructurales en el sistema penitenciario que deben abordarse con medidas efectivas para garantizar la protección de los derechos humanos de las personas privadas de libertad. Es imprescindible impulsar reformas integrales que promuevan la dignidad y seguridad dentro de las prisiones, priorizando el derecho a la vida como un principio irrenunciable [4, 46].

Respecto a los derechos fundamentales se considera un logro previo a la existencia de su reconocimiento constitucional y legal, pues con la base a la existencia del Derecho natural existe el derecho positivo que se encuentra plasmado en las leyes del país, que puede estar o no reconocido por el Estado [5, 41]. Un ejemplo se puede encontrar en la Constitución de Ecuador de 2008, esta es aplicable al territorio ecuatoriano, como a sus ciudadanos.

Las cárceles de Ecuador suelen estar sobrepobladas, lo que puede generar situaciones de hacinamiento, falta de espacio físico, aumentando el riesgo de violencia y enfermedades. Las violencias dentro de las cárceles se han denunciado en forma de asesinatos, violencia física y psicológica por parte de otros reclusos, así como abusos por parte de las autoridades [6, 42].

La falta de inclusión de la población reclusa dentro de talleres de los ejes de tratamiento en el ámbito educativo, social, deportivo, cultural, laboral, debido a la ausencia de promotores y profesionales especializados, contribuyen a que reclusos y reclusas no alcancen la rehabilitación idónea para su futura reinserción a la sociedad. Respecto a la integridad personal y el derecho a la vida dentro del claustro penitenciario, existe un acceso limitado a una atención médica adecuada, así como una alimentación escaza en nutrientes, lo que puede llevar a la propagación de enfermedades ya la muerte de personas enfermas [7, 38].

La falta de acceso a la justicia ha sido evidente, cuando los reclusos y reclusas han tenido que enfrentar dificultades entre ellos mismos y han tenido que acceder a asistencia jurídica para defender sus derechos. Atendiendo al escenario descrito, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de los privados de libertad en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil. [47, 48]

2 Materiales y métodos

La presente sección realiza una descripción del método neutrosófico para determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de los privados de libertad (PPL) en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil. La propuesta está estructurada para soportar el proceso de determinación del índice de vulneración de este principio fundamental. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela la incertidumbre mediante Números Neutrosófico de Valor Único. La figura 1 muestra un esquema del método propuesto.

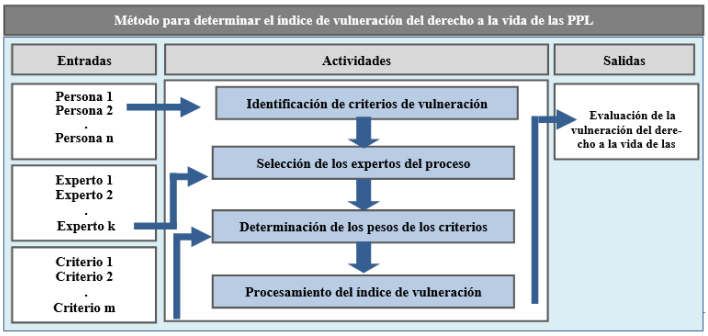


Figura 1: Método para determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de las PPL.

El funcionamiento del método se basa en cuatro pasos (identificación de los criterios de vulneración del derecho a la vida de las PPL, selección de los expertos, determinación de los pesos de los criterios y procesamiento de las evaluaciones) que son descritos a continuación:

- **Paso 1.** Identificación de los criterios de vulneración del derecho a la vida de las PPL.
- **Paso 2.** Selección de los expertos del proceso.
- **Paso 3.** Determinación los pesos de los criterios de vulneración del derecho a la vida de las PPL.
- **Paso 4.** Procesamiento del índice de vulnerabilidad.

A continuación se expone cómo se realizan cada uno de estos pasos:

El paso 1. Identificación de los criterios de vulneración del derecho a la vida de las PPL constituye un parámetro de entrada del método. Consiste en la selección las principales manifestaciones que describen las vulneraciones del derecho a la vida, que ocurren dentro de los centros penitenciarios, los que serán objeto de evaluación mediante la propuesta del método.

El paso 2. Selección de los expertos del proceso, consiste en identificar los expertos potenciales que intervienen para la evaluación del proceso, para ello se parte del reconocimiento de los expertos potenciales en el área del conocimiento que se modela, para ello se utiliza un enfoque multiexperto [8, 9, 43]. Se inicia con un cuestionario de auto evaluación a partir del cual se determina el coeficiente de conocimiento de los expertos de modo que:

$$Kc = Vr\ (0.5) \tag{1}$$

Donde:

Kc: representa el coeficiente de conocimiento o información de los expertos consultados sobre el tema.

Vr: representa el valor de conocimiento reconocido por el experto.

Para Vr debe cumplir que $Vr \in [0,1]$

Se determinan los aspectos de mayor influencia a partir de los valores reflejados por cada experto, de esta forma se procesan los valores seleccionados por los expertos. La sumatoria de estos valores permite determinar el coeficiente de argumentación (Ka).

El Ka se obtiene a partir de $Ka=\sum_1^n c$

Donde:

Ka: representa el coeficiente de argumentación.

C: son los valores correspondientes a los criterios alto, medio y bajo de cada fuente de argumentación.

Finalmente se calculó el coeficiente de competencia tal como expresa la siguiente ecuación:

$$K = 0{,}5(K_c + K_a) \tag{2}$$

Donde:

K: representa el coeficiente de competencia.

El valor de K obtenido se tomará como referencia para determinar el nivel de competencia (NK).

Si NK ($0{,}8 \leq K < 1{,}0$) se considera Alto;

Si ($0{,}5 < K < 0{,}8$) se considera Medio;

Si ($K \leq 0{,}5$) se considera Bajo.

Los criterios de vulneración del derecho a la vida de las PPL se basa en la selección de los principales criterios evaluativos [10, 44]. Los criterios permiten determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de las PPL en los centros penitenciarios de Ecuador. [48, 49, 50]

El paso 3. Determinación los pesos de los criterios de vulneración del derecho a la vida de las PPL. A partir de los criterios evaluativos seleccionados para el funcionamiento del método, se determina la importancia atribuida a los criterios mediante un vector de importancia W [11-13]. Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los expertos. Estos expresan sus preferencias a través de la comparación entre los criterios [14-16], [51, 52]. Cuando los expertos emiten sus valoraciones respecto a los criterios, si dos criterios tienen igual valoración indica que ambos criterios son igualmente importantes y si un criterio tiene mayor valor que otro significa que este primero es más importante [17, 18, 37]. Más de un criterio puede tener el mismo valor, el valor cero para algún criterio indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio [19-21, 45].

Los valores de los pesos deben cumplir que:

$$0 \leq W_j \leq 1 \tag{3}$$

Donde:

W: representa el vector de importancia atribuido a la evaluación de un criterio.

j representa el puntero de desplazamiento en la selección de un criterio dentro de la función sumatoria.

A cada experto se le pide que emita su opinión acerca de la importancia que tiene cada indicador con relación a los demás para el caso a evaluar [22, 23, 38]. La sumatoria de estos valores relativos debe ser igual a 1.

EP: Función promedio que mediante la cual es obtenido el valor relativo de cada criterio

$$EP = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i}{E} \tag{4}$$

Donde:

W_i : representa el peso de los vectores de peso atribuido a un criterio.

E: cantidad de expertos que participa en el proceso.

El paso 4. Procesamiento del índice de vulnerabilidad, consiste en computar la evaluación a partir del conjunto de datos métodos que intervinieron en el proceso. Para la evaluación se modelan los datos de las preferencias mediante números neutrosóficos expresados como se muestra a continuación [24, 25, 46].

$$v\,(p) \;=\; (T, I, F) \tag{5}$$

Donde:

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, es un valor neutrosófico que mapea un grupo de fórmulas proporcionales a N , por cada sentencia p. Para la selección de los atributos se emplea la escala lingüística propuesta por Sahin [26], [27, 39, 40]. La Tabla 1 muestra la propuesta de etiquetas lingüísticas con sus respectivos valores numéricos [28, 37]. La selección se realiza mediante las etiquetas lingüísticas que son sustituidas por sus términos equivalentes para realizar el procesamiento matemático.

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]

Para el proceso de evaluación se emplea el método multicriterio Proceso de Jerarquía Analítica (AHP por sus siglas en Inglés) que tiene como objetivo calificar los criterios, subcriterios y alternativas de acuerdo con su preferencia [29-31]. El valor final se calcula por la media geométrica ponderada que satisface los requisitos [32], [33]ver ecuación 6 y 7 [34, 35, 41]. Los pesos se utilizan para medir la importancia de los criterios de cada experto, donde algunos factores son considerados como la autoridad, el conocimiento, el esfuerzo de los expertos, entre otros.

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^{n} x_i^{w_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^{n} w_i} \tag{6}$$

Si $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$, cuando la sumatoria de los pesos sume 1, la ecuación 6 se transforma en la ecuación 7.

$$\bar{x} = \prod_{i}^{n} x_i^{w_i} \tag{7}$$

Se obtienen las matrices cuadradas que representan la decisión del experto o expertos, que contiene la comparación por pares de criterios, subcriterios o evaluación de alternativas representado mediante un árbol genérico analítico [32, 49], [36, 42] tal como muestra la Figura 2.

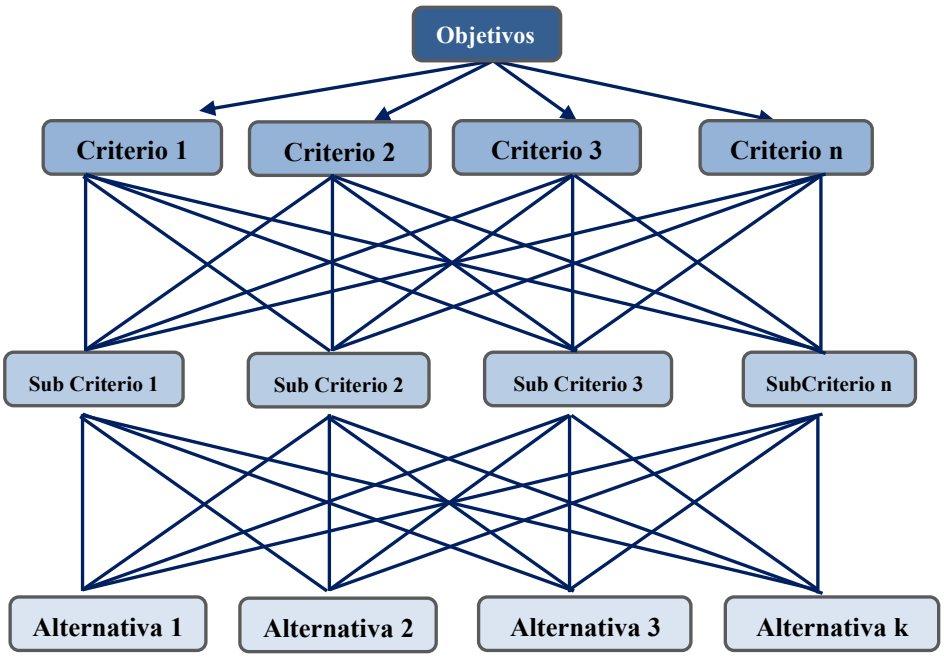


Figura 2: Árbol genérico analítico.

4 Resultados y discusión

La presente sección introduce los resultados de la aplicación de la propuesta. Se implementa el método neutrosófico para determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de los privados de libertad en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil. A continuación se describe la implementación de los pasos del método propuesto:

Paso 1. Identificación de los criterios de vulneración del derecho a la vida de las PPL

La identificación de los criterios consiste en determinar cuál o cuáles son los criterios de vulneración del derecho a la vida de las personas privadas de libertad en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil.

Paso 2. Selección de los expertos del proceso.

Para el desarrollo de la actividad se les solicita a los expertos potenciales que sus respuestas sean objetivas y precisas respondiendo la siguiente interrogación:

Según su opinión ¿Cuál es el grado de conocimientos que usted posee sobre la vulneración del derecho a la vida de las PPL? Exprese su preferencia en un dominio de valores [0,1], donde 0 representa el menor conocimiento y 1 representa el mayor conocimiento del tema.

La Tabla 2 muestra la tabulación del resultado de los expertos que intervinieron en el proceso.

Tabla 2: Tabulación del grado de conocimiento expresado por los expertos.

Expertos	Valor reconocido de la información										Kc
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1								X			[0.8,0,15,0.20]
2									X		[0.9, 0.1, 0.1]
3								X			[0.8,0,15,0.20]
4				X							[0.40,0.65,0.60]
5									X		[0.9, 0.1, 0.1]
6					x						[0.50,0.50,0.50]
7										X	[1,0,0]
8										X	[1,0,0]
9									x		[0.9, 0.1, 0.1]

Se realiza una autovaloración de la incidencia que tiene cada uno de los aspectos de la tabla sobre vulneración del derecho a la vida de las PPL. Marcado con una X en las categorías Alto, Medio o Bajo. La Tabla 3 presenta los aspectos valorativos.

Tabla 3: Aspectos valorativos sobre los expertos.

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Experiencia en el ámbito de derechos humanos, específicamente en contextos penitenciarios o en la defensa de los derechos de los reclusos.	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.50,0.50,0.50]
Estudios en áreas relevantes como derecho, criminología, sociología o ciencias sociales, con especialización en derechos humanos o políticas penitenciarias.	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.50,0.50,0.50]
Participación activa en investigaciones, evaluaciones o proyectos sobre condiciones de detención, derechos humanos en sistemas penitenciarios o reformas carcelarias.	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.50,0.50,0.50]
Trabajos o colaboraciones con organizaciones de derechos humanos, tanto a nivel nacional como internacional, en áreas que aborden la situación de los privados de libertad y la protección de sus derechos fundamentales.	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.50,0.50,0.50]

El coeficiente de argumentación se obtiene mediante la sumatoria de los valores correspondientes a los criterios Alto, Medio y Bajo de cada fuente de argumentación. La Tabla 4 muestra el resultado obtenido para el presente caso de estudio.

Tabla 4: Coeficiente de argumentación de los expertos consultados (Ka).

	Valores de la frecuencia de argumentación				
Expertos	1	2	3	4	**Ka**
1	[0.50,0.50,0.50]	[0.30,0.75,0.70]	[0.50,0.50,0.50]	[0.50,0.50,0.50]	[0.50,0.50,0.50]
2	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
3	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
4	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]
5	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
6	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
7	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]
8	[0.40,0.65,0.60]	[0.30,0.75,0.70]	[0.50,0.50,0.50]	[0.40,0.65,0.60]	[0.40,0.65,0.60]
9	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]

La Tabla 5 muestra el resumen de los Kc, Ka, K, Mk de los expertos que intervienen en el proceso.

Tabla 5: Datos de cada experto según el coeficiente de conocimiento (Kc), coeficiente de argumentación (Ka), coeficiente de competencia (K) y el nivel de competencia (NK) recogido mediante el cuestionario de autoevaluación.

Expertos	Kc	Ka	K	NK
1	[0.50,0.50,0.50]	[0.50,0.50,0.50]	[0.50,0.50,0.50]	Bajo
2	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	Alto
3	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto
4	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto
5	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	Alto
6	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto
7	[0.8,0,15,0.20]	[0.70,0.25,0.30]	[0.75,0.25,0.30]	Alto
8	[0.40,0.65,0.60]	[0.40,0.65,0.60]	[0.40,0.65,0.60]	Bajo
9	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto

A partir del nivel de competencia obtenido por los expertos que intervienen en el proceso, son utilizados 7 expertos que participaron por obtener un alto nivel de competencia.

Paso 3. Selección de los criterios de evaluativos y sus pesos.

La selección de los criterios evaluativos utilizados en el modelo propuesto fue obtenida a partir de los expertos que intervinieron en el proceso, seleccionándose cinco criterios de modo que:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$$

Donde:

c_1 Condiciones físicas de las instalaciones penitenciarias, incluyendo la infraestructura, el espacio disponible por recluso, la higiene y salubridad, así como el acceso a agua potable y servicios básicos.

c_2 Disponibilidad, calidad y accesibilidad de los servicios de salud para los reclusos. Acceso a la atención médica general, a tratamiento de enfermedades físicas y mentales, así como la respuesta a emergencias de salud.

c_3 Medidas implementadas para garantizar la seguridad personal de los internos, la prevención de violencia entre reclusos y la protección frente a abusos por parte del personal penitenciario.

c_4 Acceso de las PPL a alimentos adecuados, ropa, actividades recreativas y programas educativos y de rehabilitación.

c_5 Existencia y efectividad de mecanismos de quejas y denuncias que permitan a los reclusos reportar vulneraciones a sus derechos, así como la existencia de supervisión externa , para asegurar la rendición de cuentas y la protección de los derechos de los internos.

A partir del trabajo realizado por los expertos se obtuvieron los vectores de importancia *W* atribuidos a cada criterio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes de la actividad.

Tabla 6: Pesos determinado para los criterios.

Criterios	Pesos W
1	[0.70,0.25,0.30]
2	[0.9, 0.1, 0.1]
3	[0.85,0,15,0.20]
4	[1,0,0]
5	[0.8,0,15,0.20]

Paso 4. Procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios

A partir de las evaluaciones expresadas por los expertos sobre el comportamiento de los criterios en el caso de estudio se obtienen las preferencias promediadas por indicadores tal como expresa la Tabla 7.

Tabla 7. Resultado de las preferencias.

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5
Evaluación	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]

A partir del resultado de las preferencias se obtuvo un vector de preferencia tal como se expresa:

S=[0.9, 0.1, 0.1]; =[0.9, 0.1, 0.1]; [1,0,0]; [0.9, 0.1, 0.1]; [1,0,0]; [0.9, 0.1, 0.1]
W=[0.70,0.25,0.30]; [1,0,0]; [1,0,0]; [0.9, 0.1, 0.1]; [1,0,0]; [0.9, 0.1, 0.1]

Finalmente, para el caso de estudio se obtuvo un índice: I= 0.90. El resultado expresa que el índice de vulneración del derecho a la vida de los privados de libertad en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil es evaluado como alto.

Adicionalmente, se aplicó una entrevista a un grupo diverso de actores involucrados en el sistema penitenciario de Guayaquil, incluyendo personal administrativo de la institución, oficiales de seguridad, profesionales de derechos humanos y representantes de organizaciones no gubernamentales que trabajan en la defensa y promoción de los derechos de los privados de libertad. Además, se buscó incluir la voz de aquellos que, de alguna manera, están directamente conectados con la vida diaria de los internos, asegurando que las recomendaciones estén fundamentadas en la experiencia práctica y el conocimiento del contexto carcelario. [44, 45, 50]

Los resultados de la entrevista reflejan una aguda percepción de las problemáticas que enfrentan los privados de libertad en la institución penitenciaria de Guayaquil, así como propuestas concretas para abordar estas crisis. En primer lugar, se destaca la necesidad urgente de mejorar las infraestructuras del penal, asegurando que las instalaciones sean seguras y confortables, y de garantizar el suministro de servicios básicos esenciales. Estos cambios inmediatos son fundamentales para mejorar las condiciones de vida de los reclusos. Además, la capacitación del personal penitenciario en derechos humanos se plantea como una acción prioritario, sugiriendo la colaboración con organizaciones expertas para ofrecer formación especializada, lo que podría transformar la cultura institucional respecto al respeto de estos derechos. [37, 38, 43]

En cuanto a la seguridad, se propone un aumento de la vigilancia y una regulación estricta del acceso a áreas sensibles, medidas que son cruciales para construir un entorno más seguro para los internos. También se sugiere implementar un sistema de informes para quejas y denuncias, lo cual resulta esencial para monitorear el respeto a los derechos humanos. A largo plazo, se identifican necesarios cambios estructurales como la mejora continua de las condiciones de detención y el desarrollo de alternativas viables a la prisión, tales como la libertad condicional y programas de justicia restaurativa, que no solo aliviarían la sobrepoblación carcelaria, sino que también fomentarían la rehabilitación y reintegración de los reclusos en la sociedad. [51, 52]

5 Conclusión

Con la implementación del método neutrosófico fue posible determinar el índice de vulneración del derecho a la vida de los privados de libertad en la cárcel del litoral de la ciudad de Guayaquil. El método basó su funcionamiento mediante números neutrosóficos con el criterio de experto mediante una estructura jerárquica para la evaluación y decisión. El resultado expresa que el índice de vulneración del derecho a la vida de las PPL es evaluado como alto.

Los resultados obtenidos subrayan la gravedad de las condiciones de vida que enfrentan los reclusos en esta institución penitenciaria, evidenciando múltiples factores que contribuyen a la vulneración de su derecho a la vida. Entre estos factores se encuentran la infraestructura inadecuada, el acceso limitado a atención médica, la falta de seguridad adecuada y la precariedad en el suministro de recursos básicos. Estas condiciones no solo comprometen la salud y la seguridad de los internos, sino que también afectan su dignidad humana, lo que es fundamental en cualquier sistema penitenciario que aspire a ser justo y equitativo.

A partir de estos resultados, es imperativo que se establezcan políticas efectivas para abordar las deficiencias identificadas en el entorno carcelario. Esto incluye la implementación de reformas estructurales, la mejora de la infraestructura, la capacitación exhaustiva del personal penitenciario en derechos humanos y la creación de mecanismos de monitoreo y quejas que permitan a los reclusos reportar vulneraciones de forma segura. Solo a través de un enfoque integral y multidimensional se podrá garantizar el respeto al derecho a la vida de los privados de libertad y, por ende, promover un ambiente carcelario más seguro y humano en la cárcel del litoral de Guayaquil.

Referencias

[1] J. A. Miranda Acurio, “El derecho a la vida y la vulneración por las políticas penitenciarias, en el Ecuador, 1 semestre 2021,” 2023.

[2] E. J. P. Gales, R. F. G. R. L. Omega, J. C. Cano, R. F. C. M. Tiu, R. F. A. C. Apatan, R. F. A. E. Tindugan, R. F. R. I. M. Garcia, and L. L. Chua, “The Life in Jail: Lived Experiences of Persons Deprived of Liberty,” *Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies,* vol. 3, no. 3, pp. 42-55, 2023.

[3] M. Morales Antoniazzi, "The rights of persons deprived of liberty in Latin America: From the perspective of an ius constitutionale commune," *Human Rights Behind Bars: Tracing Vulnerability in Prison Populations Across Continents from a Multidisciplinary Perspective*, pp. 113-140: Springer, 2022.

[4] X. S. Humala-Andrade, and D. S. Vázquez-Martínez, "Responsabilidad del Estado ecuatoriano por la vulneración del derecho a la vida de las personas privadas de libertad," *MQRInvestigar,* vol. 7, no. 3, pp. 2858-2877, 2023.
[5] P. I. C. Sacoto, J. A. P. Patiño, and A. P. P. V. Cardenas, "Análisis del hábeas corpus correctivo y traslativo en la normativa ecuatoriana en relación al derecho a la integridad de las personas privadas de libertad," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar,* vol. 6, no. 5, pp. 4177-4203, 2022.
[6] J. P. González, "Los derechos humanos de las personas privadas de libertad. Una reflexión doctrinaria y normativa en contraste con la realidad penitenciaria en Ecuador," *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos,* vol. 29, no. 2, pp. 189-208, 2018.
[7] E. A. López-Flores, and D. S. Vázquez-Martínez, "Protección del derecho a la salud de las personas privadas de la libertad por su condición de vulnerabilidad en Ecuador," *Dominio de las Ciencias,* vol. 7, no. 2, pp. 642-669, 2021.
[8] L. Gil, and D. Pascual, "La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido," *Anales de Psicología,* vol. 28, no. 3, pp. 1011-1020, 2012.
[9] M. Varela, L. Díaz, and R. García, "Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud," *Investigación en Educación Médica,* vol. 1, no. 2, pp. 90-95, 2012.
[10] R. Abella Rubio, "COSO II y la gestión integral de riesgos del negocio," *estrategia financiera,* vol. 21, 2006.
[11] B. B. Fonseca, L. C. M. Benitez, and Á. M. H. Oliva, "La estructura de desglose del trabajo como mecanismo viable para la generación de proyectos exitosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 12, no. 5, pp. 63-75, 2019.
[12] O. M. 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.
[13] B. B. Fonseca, and O. M. Cornelio, "Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 15, no. 5, pp. 70-84, 2022.
[14] 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.
[15] 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.
[16] 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.
[17] 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.
[18] 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.
[19] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.
[20] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.
[21] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.
[22] 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.
[23] 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.
[24] 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.
[25] 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.
[26] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
[27] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
[28] 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.
[29] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.
[30] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[31] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.
[32] B. Zhou, "Enterprise information technology project portfolio selection through system dynamics simulations," Massachusetts Institute of Technology, 2007.
[33] S. S. Bonham, *IT project portfolio management*: Artech House, 2005.
[34] 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.
[35] 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.
[36] J. M. Moreno-Jiménez, and L. G. Vargas, "Cognitive Multiple Criteria Decision Making and the Legacy of the Analytic Hierarchy Process/Decisión Multicriterio Cognitiva y el Legado del Proceso Analítico Jerárquico," *Estudios de Economía Aplicada,* vol. 36, pp. 67-80, 2018.
[37] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". Conjuntos y sistemas neutrosóficos, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021
[38] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.
[39] Jirón Abad, Á. D. "Aplicación de las atenuantes establecidas en los artículos 44 y 45 del Coip y su incidencia en contravenciones penales en la administración de justicia de Pastaza año 2021". (Master's thesis), 2022.
[40] Estupinan Ricardo, J., Martinez Vasquez, A. B., Acosta Herrera, R. A., Villacres Alvarez, A. E., Escobar Jara, J. I., & Batista Hernandez, N. "Management System of Higher Education in Ecuador. Impact on the Learning Process". DILEMAS CONTEMPORANEOS-EDUCACION POLITICA Y VALORES, vol. 5 núm. 1, 2018.
[41] Muñoz Guarnizo, J. P. "Criminalidad y su incidencia en la estructura social de Loja-Ecuador" (Master's thesis), 2023.
[42] Velasco Espin, L. L. "La delincuencia juvenil aspectos criminológicos en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador, durante el periodo 2020" (Master's thesis), 2023.
[43] Taco Chiliquinga, W. M. "El encarcelamiento masivo en la provincia de Cotopaxi en el año 2021 y la urgente necesidad de implementar una ley de cupo carcelario". (Master's thesis), 2023.
[44] Jiménez Fierro, G. A. "El contrato especial emergente como nueva modalidad contractual en la emergencia sanitaria y su repercusión en el derecho constitucional al trabajo en la ciudad de Quito en el año 2020". (Master's thesis), 2022.
[45] Moscoso Macias, K. E. "La mediación extrajudicial en alimentos como garantía al interés superior del menor y la tutela efectiva de los derechos en el cantón el Carmen, en el período 2020" (Master's thesis), 2022.
[46] Sánchez Cifuentes, N. P. "La exigencia de arraigo social en las audiencias de flagrancia provoca indefensión y estigmatización del procesado, cantón San Lorenzo, año 2020" (Master's thesis), 2022.
[47] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.
[48] Romero Fernández, A., Pimienta Concepción, I., Ramos Argilagos, M., Sánchez Garrido, A., & González Salas, R. "Niveles de síndrome de burnout en docentes de una universidad ecuatoriana". Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, vol. 6 núm. 3, 2019.
[49] Álvarez Gavilanes, J. E., & Romero Fernández, A. "La empleabilidad de graduados universitarios en el contexto latinoamericano". Realidades de Uniandes, Ecuador Atenas Universidad de Matanzas, vol. 4 núm. 32, pp 01-15, 2015.
[50] Estupiñán-Ricardo, J., Romero-Fernández, A. J., Sánchez, I. R. A., Portelles-Cobas, D. E., & Velázquez-Soto, O. E. "Producción científica y visibilidad de investigadores UNIANDES en SCOPUS: estudio bibliométrico retrospectivo en Ecuador". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34, 2023.
[51] López, J. S. S., Pérez, M. J. C., Cuellar, Y. R., & Fernández, A. J. R. "Niveles de ansiedad causada por la atención odontológica". Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, vol. 42 núm. 2, 2023.
[52] Fernández, A. "Propuesta de gestión por competencias para mejorar el desempeño laboral de los colaboradores en la Municipalidad Distrital de Conchán—Periodo 2018". Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo, Chiclayo, 2019.

Recibido: Septiembre 24, 2023. Aceptado: Octubre 14, 2023

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador

Neutrosophic method for the evaluation of the advance of penal populism in Ecuador

Mesías Elías Machado Maliza[1], Stefany Lizbeth Ocaña Lliguin[2], Karla Estefanía Maigua Colcha[3], and Mateo Isaías Almeida Almeida[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba. Ecuador; mesiasmachado@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba. Ecuador; stefanyol17@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba. Ecuador; karlamc34@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba. Ecuador; mateoaa41@uniandes.edu.ec

Resumen. El presente estudio analiza el avance del populismo penal en Ecuador, tomando en cuenta los últimos índices de violencia, las reformas constitucionales más recientes y los lineamientos para un correcto desarrollo de la política criminal. Se busca contribuir a un debate informado en la academia sobre este tema crucial para la seguridad pública y la justicia en el país, en este momento de coyuntura social en el que el populismo penal ha tomado auge en Ecuador. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador. Se caracteriza por reformas legislativas que endurecen las penas, amplían el catálogo de delitos y restringen los beneficios penitenciarios. Si bien estas medidas pueden generar una sensación de falsa seguridad en la población, no abordan las causas estructurales de la criminalidad y, en muchos casos, tienen consecuencias negativas en los derechos humanos y la reincidencia delictiva.

Palabras Claves: Populismo penal, Ecuador, violencia, reformas penales, política criminal, derechos humanos, reincidencia delictiva., criterio de experto, Delphi.

Abstract. This study analyses the advance of penal populism in Ecuador, taking into account the latest rates of violence, the most recent constitutional reforms and the guidelines for the correct development of criminal policy. It seeks to contribute to an informed debate in academia on this crucial issue for public safety and justice in the country, at this time of social conjuncture in which penal populism has gained ground in Ecuador. The objective of this research is to develop a neutrosophic method for the evaluation of the advance of penal populism in Ecuador. It is characterized by legislative reforms that toughen penalties, expand the catalogue of crimes and restrict penitentiary benefits. Although these measures can generate a false sense of security in the population, they do not address the structural causes of criminality and, in many cases, have negative consequences on human rights and criminal recidivism.

Keywords: Criminal populism, Ecuador, violence, penal reforms, criminal policy, human rights, criminal recidivism, expert opinion, Delphi.

1 Introducción

El Derecho Penal a nivel mundial constituye un instrumento para alcanzar justicia por medio de la regulación de la conducta humana, por lo tanto, hablar sobre la ciencia jurídico penal tiene un interés particular, no solo desde sus conceptos e instituciones sino desde la orientación de política criminal que ejecuta el Estado en la prevención y combate contra toda manifestación delictiva. Así, es fundamental que la ejecución de la política criminal se encamine de una manera trascendente a la esfera jurídica para que la ejecución de esta trascienda esferas sociales, políticas y filosóficas. [44, 45]

Las ciencias penales constituyen un medio de control social (formal) que supone el compendio de normas que hace uso del Estado para regular y sancionar aquellas conductas de perturbación a la coexistencia pacífica de la sociedad. Sosteniendo que el derecho punitivo no ha sido creado para intervenir a toda clase de comportamiento

humano, sino que su plataforma de legitimación tiene que ver con la expresión de lesividad social, lo que significa que la sanción penal (pena) es la reacción que se activa frente a aquellas construcciones humanas que lesionan o ponen en peligro bienes jurídicos (delito), que el legislador ha elevado a la categoría de intereses jurídicos punitivos. [46, 47]

El término ‘’Bien Jurídico’’ hace referencia a todo bien o valor de la vida de las personas que el Estado por medio del legislador ha considerado proteger, es decir aquello que la ley tutela y cuida como un bien mayor. Y este concepto sirve para que exista la menor criminalización posible.

Y conforme a ello, la interpretación de esta ley dicha sea de paso Penal, debe interpretarse y aplicarse desde dos ejes: 1) El entendimiento racional de la norma, sin discriminaciones o prejuicios; y, 2) Un instrumento jurídico de pacificación de conflictos sociales ocasionados por el delito. O de modo más sencillo, un acercamiento de la ciencia jurídico-penal con la realidad social. La sanción de la conducta prohibida deberá representar entonces una necesidad general para cuando existen focos de conflictividad social intolerables y, no para satisfacer tan solo los intereses de ciertos sectores de la sociedad, tendientes a inclinaciones mucho más morales y éticas que a la legitimidad material que debería representar el Derecho Penal. [48, 49]

A sabiendas de las acotaciones anteriores: El Derecho Penal es una rama del saber jurídico que, mediante la interpretación de leyes penales propone a los jueces un sistema orientador de decisiones, que contiene y reduce el poder punitivo para impulsar el progreso del Estado Constitucional de Derecho.

Ahora, la política criminal como parte del saber jurídico penal, plantea un conjunto de medidas y estrategias para que un Estado prevenga, combata y sancione la delincuencia. Esta política debe por excelencia estar profundamente arraigada en el contexto social, cultural y económico de cada país, reflejando sus valores y prioridades [1, 37].

A nivel global, la política criminal ha experimentado una evolución marcada por diversos factores, entre ellos:

- Globalización: La interconexión mundial ha facilitado la comisión de delitos transnacionales, como el narcotráfico, el terrorismo y el cibercrimen, lo que ha exigido una respuesta coordinada entre los Estados.
- Derechos Humanos: La consolidación de los derechos humanos ha influido en la reformulación de los sistemas penales, buscando garantizar un trato justo a los delincuentes y evitar la aplicación de penas crueles e inhumanas.
- Nuevas Formas de Criminalidad: El surgimiento de nuevas formas de criminalidad, como los delitos informáticos y los delitos ambientales, ha planteado nuevos desafíos para la política criminal.

Por ello a nivel global fue necesario plantear 3 necesidades específicas como la prevención, reinserción social y cooperación internacional. Dado que se observa una creciente importancia otorgada a la prevención del delito, a través de políticas sociales, educativas y comunitarias. La reinserción de los delincuentes en la sociedad se ha convertido en un objetivo prioritario, buscando reducir la reincidencia y fortalecer el tejido social. Además de situar la cooperación entre los Estados para enfrentar los desafíos de la criminalidad transnacional.

La política criminal en América Latina se caracteriza por su diversidad y complejidad, reflejando las particularidades de cada país. Sin embargo, es posible identificar algunas tendencias comunes:

- Alta tasa de criminalidad: La región enfrenta altos índices de violencia y delincuencia, lo que ha llevado a la implementación de políticas represivas, como el aumento de las penas y la militarización de la seguridad.
- Desigualdad social: La desigualdad social es un factor determinante de la criminalidad en la región, lo que exige políticas públicas integrales que aborden las causas profundas del delito.
- Inseguridad ciudadana: La percepción de inseguridad es generalizada en muchos países latinoamericanos, lo que ha generado una demanda social por medidas más enérgicas contra la delincuencia.

En la región latinoamericana la delincuencia organizada como el narcotráfico y organizaciones delictivas, representan una grave amenaza para la estabilidad de muchos países latinoamericanos. La violencia de género, especialmente contra las mujeres y personas del colectivo LGBTIQ+ también es un problema endémico en la región, lo que requiere políticas públicas específicas para prevenir y sancionar este tipo de delitos. Sin embargo uno de los más grandes desafíos es la Sobrepoblación carcelaria, el hacinamiento en las cárceles latinoamericanas está en condiciones sumamente precarias, lo que afecta la reinserción social de los internos.

En Ecuador, al igual que en otros sistemas legales del mundo la política criminal, cumple el rol de guiar, regular y ejecutar el poder punitivo, entendiendo como poder punitivo al uso estatal de la fuerza que no es modelo de solución de conflictos, sino de supresión de estos. Esto significa que, mientras que en otros ámbitos del derecho (como el civil o el comercial) se busca resolver disputas de manera más conciliatoria, este se centra en castigar las conductas que se consideran perjudiciales para la sociedad, con el fin de prevenir futuros delitos y mantener el orden público.

La seguridad ciudadana es una de las principales preocupaciones de la sociedad ecuatoriana. En los últimos años, se ha observado un aumento en los índices de violencia e inseguridad. En respuesta a esta situación, las autoridades han implementado diversas medidas, incluyendo reformas legislativas que endurecen las penas y amplían el catálogo de delitos.

Sin embargo, estas medidas han sido consideradas por varios tratadistas y expertos en política criminal como ejemplos de populismo penal y medidas improvisadas para contener los hechos delictivos. Pues las acciones realizadas están caracterizadas por un discurso que explota el miedo y la inseguridad de la población para promover medidas punitivas cada vez más severas, sin abordar las causas estructurales de la criminalidad [2, 34, 38].

2 Materiales y métodos

La presente sección realiza una descripción del método neutrosófico para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador. La propuesta está estructurada para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela la incertidumbre mediante Números Neutrosófico de Valor Único. La figura 1 muestra un esquema del método propuesto.

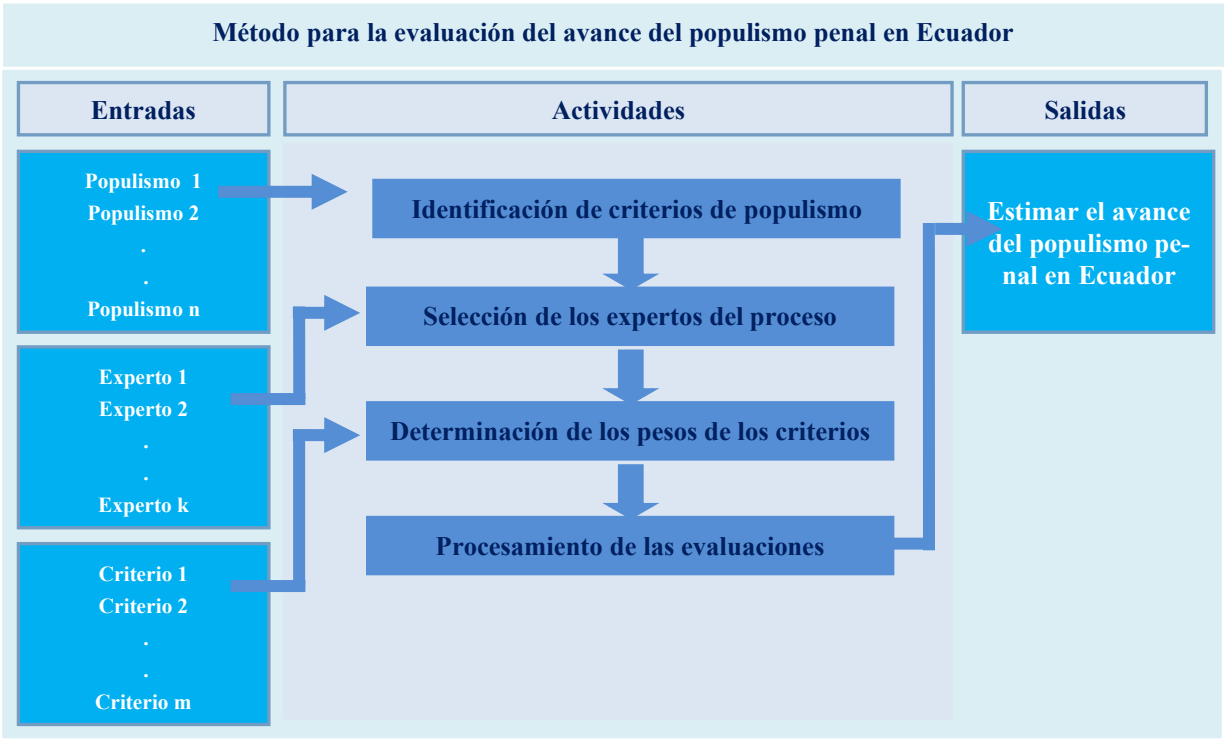


Figura 1: Método para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador.

El funcionamiento del método se basa en cuatro pasos (identificación de los criterios de legalidad, selección de los expertos, determinación de los pesos de los criterios y procesamiento de las evaluaciones) [3, 45] que son descritos a continuación:

Paso 1. Identificación de los criterios populismo penal en Ecuador
Paso 2. Selección de los expertos del proceso
Paso 3. Determinación los pesos de los criterios evaluativos
Paso 4. Procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios
A continuación se expone cómo se realizan cada uno de estos pasos:

El paso 1. Identificación de los criterios para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador representa un parámetro de entrada del método, consiste en la selección los criterios describen la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador que serán objeto de evaluación mediante la propuesta del método.

El paso 2. Selección de los expertos del proceso, consiste en identificar los expertos potenciales que intervienen para la evaluación del proceso, para ello se parte del reconocimiento de los expertos potenciales en el área del conocimiento que se modela, para ello se utiliza un enfoque multiexperto [4, 5, 36]. Se inicia con un cuestionario de auto evaluación a partir del cual se determina el coeficiente de conocimiento de los expertos de modo que:

$$Kc = Vr\ (0.5) \tag{1}$$

Donde:

Kc: representa el coeficiente de conocimiento o información de los expertos consultados sobre el tema.

Vr: representa el valor de conocimiento reconocido por el experto.

Para Vr debe cumplir que $Vr \in [0,1]$

Se determinan los aspectos de mayor influencia a partir de los valores reflejados por cada experto, de esta forma se procesan los valores seleccionados por los expertos. La sumatoria de estos valores permite determinar el coeficiente de argumentación (Ka). El Ka se obtiene a partir de Ka=$\sum_1^n$ c

Donde:

Ka: representa el coeficiente de argumentación.

C: son los valores correspondientes a los criterios alto, medio y bajo de cada fuente de argumentación.

Finalmente se calculó el coeficiente de competencia tal como expresa la siguiente ecuación:

$$K = 0{,}5(K_c + K_a) \tag{2}$$

Donde:
K: representa el coeficiente de competencia.
El valor de K obtenido se tomará como referencia para determinar el nivel de competencia (NK).
Si NK ($0{,}8 \leq K < 1{,}0$) se considera Alto;
Si ($0{,}5 < K < 0{,}8$) se considera Medio;
Si ($K \leq 0{,}5$) se considera Bajo.

Los criterios de prevalencia se basa en la selección de los principales indicadores evaluativos [6], [7, 39, 46]. Los criterios permiten estimar el avance del populismo penal en Ecuador.

El paso 3. Determinación los pesos de los criterios evaluativos. A partir de los criterios evaluativos seleccionados para el modelo, se determina la importancia atribuida a los criterios mediante un vector de importancia W. Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los expertos. Estos expresan sus preferencias a través de la comparación entre los criterios [8-10]. Cuando los expertos emiten sus valoraciones respecto a los criterios, si dos criterios tienen igual valoración indica que ambos criterios son igualmente importantes y si un criterio tiene mayor valor que otro significa que este primero es más importante [11-13], [36, 40]. Más de un criterio puede tener el mismo valor, el valor cero para algún criterio indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio.

Los valores de los pesos deben cumplir que:

$$0 \leq W_j \leq 1 \tag{3}$$

Donde:

W: representa el vector de importancia atribuido a la evaluación de un criterio.

j representa el puntero de desplazamiento en la selección de un criterio dentro de la función sumatoria.

A cada experto se le pide que emita su opinión acerca de la importancia que tiene cada indicador con relación a los demás para el caso a evaluar [14, 15, 35]. La sumatoria de estos valores relativos debe ser igual a 1.

EP: Función promedio que mediante la cual es obtenido el valor relativo de cada criterio

$$EP = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i}{E} \tag{4}$$

Donde:

W_i : representa el peso de los vectores de peso atribuido a un criterio.

E: cantidad de expertos que participa en el proceso.

El paso 4. Procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios, consiste en computar la evaluación a partir del conjunto de datos métodos que intervinieron en el proceso. Para la evaluación se modelan los datos de las preferencias mediante números neutrosóficos expresados como se muestra a continuación [16, 17, 36].

$$v\,(p)\;=\;(T,I,F) \tag{5}$$

Donde:

$N\;=\;\{(T,I,F)\,:\,T,I,F\;\subseteq\;[0,1]\}n$, es un valor neutrosófico que mapea un grupo de fórmulas proporcionales a N , por cada sentencia p. Para la selección de los atributos se emplea la escala lingüística propuesta por Sahin [18], [19], [20, 35, 41]. La Tabla 1 muestra la propuesta de etiquetas lingüísticas con sus respectivos valores numéricos. La selección se realiza mediante las etiquetas lingüísticas que son sustituidas por sus términos equivalentes para realizar el procesamiento matemático. [47, 48]

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]

Para el proceso de evaluación se emplea el método multicriterio Proceso de Jerarquía Analítica (AHP por sus siglas en Inglés) que tiene como objetivo calificar los criterios, subcriterios y alternativas de acuerdo con su preferencia [21, 42]. El valor final se calcula por la media geométrica ponderada que satisface los requisitos [22, 43],[23] ver ecuación 6 y 7 . Los pesos se utilizan para medir la importancia de los criterios de cada experto, donde algunos factores son considerados como la autoridad, el conocimiento, el esfuerzo de los expertos, entre otros.

$$\bar{\mathrm{x}} = \left(\prod_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{x}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{w_i}}\right)^{1/\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{w_i}} \tag{6}$$

Si $\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{w_i} = 1$, cuando la sumatoria de los pesos sume 1, la ecuación 6 se transforma en la ecuación 7.

$$\bar{\mathrm{x}} = \prod \mathrm{x}_{\mathrm{i}}^{\mathrm{w_i}} \tag{7}$$

Se obtienen las matrices cuadradas que representan la decisión del experto o expertos, que contiene la comparación por pares de criterios, subcriterios o evaluación de alternativas representado mediante un árbol genérico analítico [22], [24] tal como muestra la Figura 2.

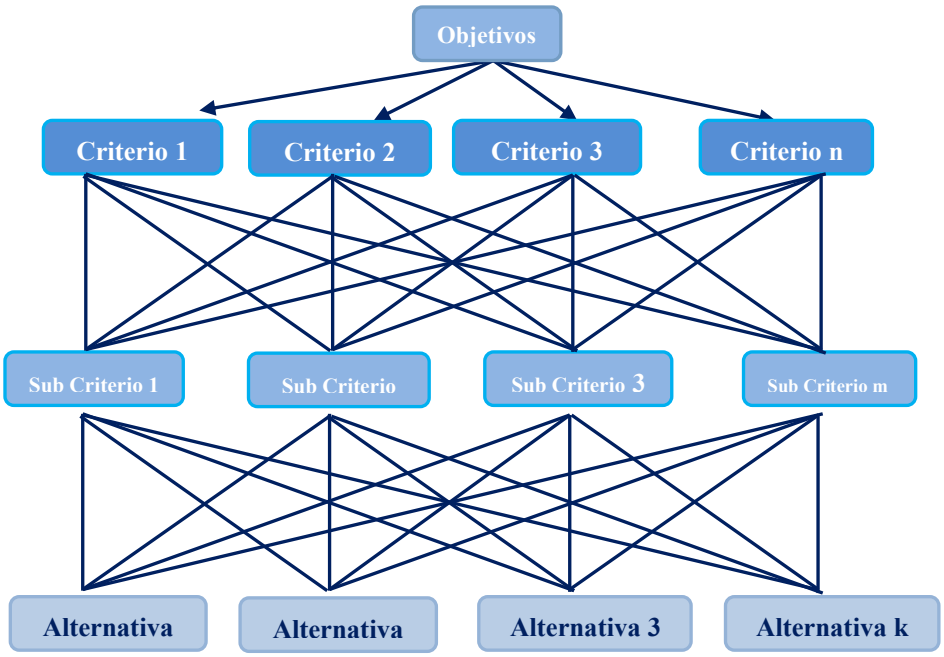


Figura 2: Árbol genérico analítico.

3 Resultados y discusión

La presente sección introduce la propuesta en un contexto real. Se implementa el método neutrosófico mediante criterio de experto para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador. A continuación se describe la implementación de los pasos del método propuesto:

Paso 1. Identificación de los criterios para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador.
La identificación de los criterios para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador.

Paso 2. Selección de los expertos del proceso.
Para el desarrollo de la actividad se les solicita a los expertos potenciales que sus respuestas sean objetivas y precisas respondiendo la siguiente interrogación para la presente investigación se seleccionan 5 expertos.

Según su opinión ¿Cuál es el grado de conocimientos que usted posee sobre el populismo penal en Ecuador? Exprese su preferencia en un dominio de valores [0,1], donde 0 representa el menor conocimiento y 1 representa el mayor conocimiento del tema. La Tabla 2 muestra la tabulación del resultado de los expertos que intervinieron en el proceso.

Tabla 2: Tabulación del grado de conocimiento expresado por los expertos.

Expertos	Valor reconocido de la información										Kc
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1									X		[0.9, 0.1, 0.1]
2								X			[0.8,0,15,0.20]
3										X	[1,0,0]
4										X	[1,0,0]
5									X		[0.9, 0.1, 0.1]

Se realiza una autovaloración de la incidencia que tiene cada uno de los aspectos de la tabla sobre prevalencia y relación de la periodontitis en pacientes. Marcado con una X en las categorías Alto, Medio o Bajo. La Tabla 3 presenta los aspectos valorativos.

Tabla 3: Aspectos valorativos para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador.

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
1. Endurecimiento de las penas	0.3	0.2	0.1
2. Expansión del uso de la prisión preventiva	0.05	0.04	0.03
3. Legislación reactiva y populista	0.05	0.04	0.03
4. Criminalización de la protesta y disidencia	0.5	0.4	0.2

El coeficiente de argumentación se obtiene mediante la sumatoria de los valores correspondientes a los criterios Alto, Medio y Bajo de cada fuente de argumentación. La Tabla 4 muestra el resultado obtenido para el presente caso de estudio.

Tabla 4: Coeficiente de argumentación de los expertos consultados (Ka).

Expertos	Valores de la frecuencia de argumentación			**Ka**
	1	2	3	
1	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.20,0.85,0.80]	[0.70,0.25,0.30]
2	[0.30,0.75,0.70]	[0.8,0,15,0.20]	[0.70,0.25,0.30]	[0.50,0.50,0.50]
3	[0.8,0,15,0.20]	[0.50,0.50,0.50]	[0.70,0.25,0.30]	[0.60,0.35,0.40]
4	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]
5	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.50,0.50,0.50]	[0.70,0.25,0.30]	[0.60,0.35,0.40]

La Tabla 5 muestra el resumen de los Kc, Ka, K, Mk de los expertos que intervienen en el proceso.

Tabla 5: Datos de cada experto según el coeficiente de conocimiento (Kc), coeficiente de argumentación (Ka), coeficiente de competencia (K) y el nivel de competencia (NK) recogido mediante el cuestionario de autoevaluación.

Expertos	**Kc**	**Ka**	**K**	**NK**
1	[0.8,0,15,0.20]	[0.8,0,15,0.20]	[0.80, 0.1, 0.1]	Alto
2	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.7, 0.1, 0.1]	Alto
3	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto
4	[1,0,0]	[0.70,0.25,0.30]	[0.8, 0.1, 0.1]	Alto
5	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.50,0.50,0.50]	[0.8, 0.1, 0.1]	Alto
7	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.60,0.35,0.40]	[0.90, 0.1, 0.1]	Alto

A partir del nivel de competencia obtenido por los expertos que intervienen en el proceso, son utilizados los 5 expertos que participaron por obtener un alto nivel de competencia.

Paso 3. Selección de los criterios de evaluativos y sus pesos.

La selección de los criterios evaluativos utilizados en el modelo propuesto fue obtenida a partir de los expertos que intervinieron en el proceso seleccionándose siete criterios de modo que:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,}\}$$

Donde:

c_1 Endurecimiento de las penas

c_2 Expansión del uso de la prisión preventiva

c_3 Legislación reactiva y populista

c_4 Criminalización de la protesta y disidencia

A partir del trabajo realizado por los expertos se obtuvieron los vectores de importancia W atribuidos a cada indicador. La Tabla 6 muestra los valores resultantes de la actividad.

Tabla 6: Pesos determinado para los criterios.

Indicadores	Pesos W
1	[0.9, 0.1, 0.1]
2	[1,0,0]
3	[0.8,0,15,0.20]
4	[0.9, 0.1, 0.1]
5	[0.70,0.25,0.30]

Paso 4. Procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios.

A partir de las evaluaciones expresadas por los expertos sobre el comportamiento de los indicadores en el caso de estudio se obtienen las preferencias promediadas por indicadores tal como expresa la Tabla 7.

Tabla 7. Resultado de las preferencias.

Criterios	C_1	C_2	C_3	C_4
Evaluación	B	MB	MB	EB

A partir del resultado de las preferencias se obtuvo un vector de preferencia tal como se expresa:
S=[MB, EB, MB, MB,]

Finalmente, para el caso de estudio se obtuvo una evaluación del avance del populismo penal en Ecuador de: $E = 0.64$. El resultado expresa un índice medio lo que representa que se deben potenciar acciones sobre el populismo penal en Ecuador.

5. Discusión

Los últimos índices de criminalidad a nivel mundial según Numbeo, la base de datos colaborativa sobre países y ciudades más grande del mundo, que proporciona información precisa y actualizada sobre las condiciones de vida de todo el planeta, incluyendo coste de vida, indicadores de vivienda, sanidad, tráfico, criminalidad y contaminación. Indica que los índices más altos de criminalidad los tiene Venezuela con 80,90% de criminalidad, seguido de Papúa Nueva Guinea, Haití, Afganistán, Sudáfrica, Honduras, Trinidad y Tobago, Siria, Jamaica y Perú con 67,30%. [38, 39, 49]

Ecuador se ubica en el puesto número 22 a nivel mundial con un 65,38% de criminalidad y 37,62 de índice de seguridad. El Salvador, el cual desarrolla un esquema de política criminal popular en la región se encuentra en el puesto número 29 con 60,68% de índice de cirminalidad, solo 5 puntos por debajo de Ecuador y 39,32% como índice de seguridad.

Mientras que los países más seguros del mundo son: Países Bajos, Finlandia, Dinamarca, Georgia, Suiza, Croacia, Islandia, Baréin, Corea del Sur, China, Arabia Saudita, Japón, Catar, Emiratos Árabes Unidos y Andorra siendo este último el país más seguro del mundo según cifras oficiales con un 14,15% de índice de criminalidad y 85,85% de índice de seguridad. Cabe recalcar que Numbeo analiza y estudia datos ingresados a la red de cada país a nivel mundial, la investigación y los datos disponibles en Numbeo.com no están influenciados por ninguna organización gubernamental. Por lo cual sus datos no están sujetos a subjetividades de opiniones ciudadanas o sesgadas por gobiernos de actualidad [25, 35, 40].

Ecuador muestra una tendencia creciente al delito extremadamente preocupante. La tasa de homicidios, por ejemplo, se ha duplicado en los últimos diez años. Este aumento se ha atribuido a diversos factores, como la pobreza, la desigualdad, el narcotráfico y la falta de oportunidades para los jóvenes.

El 18 de julio de 2024 el presidente Daniel Noboa intervino Durán, acompañado de un fuerte contingente militar en el cual se realizaron varios allanamientos y operativos de control. Lamentablemente una semana después los medios aseguran que todo continua en la misma dosis de criminalidad, pues, en Durán en menos de 12 horas del día siguiente se registraron 3 muertes violentas, y uno de estos hechos fue producto de un enfrentamiento entre policías y delincuentes. [36, 41, 42]

Según un informe de la oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito para la región Andina y el Cono Sur en Durán existen dos problemas ligados al crimen organizado: 1) El tráfico de tierras y 2) la distribución de agua. Dado que las mafias que supuestamente controla el tráfico de tierras, es el grupo de delincuencia organizada denominado como ‘’Chonekillers’’. Cientos de personas acudieron a la finca de Eli en Durán Guayas con documentos varios otorgados por los traficantes de tierra y aunque no quisieron hablar ante los medios, reconocen que las mafias los desalojaron de sus casas, por ello llevaron los papeles para tratar de recuperar algo.

Los delincuentes ocupan ilegalmente zonas que son predios privados y públicos y luego venden esos terrenos a un costo de 3000 a 5000 dólares, además estas estructuras criminales no solo funcionan extorsionando en la

ciudad sino que también, sobresalen en la ruta del tráfico de drogas, dado que Durán posee una ubicación estratégica para estas estructuras, ya que el corredor que existe en el río Guayas y que se desemboca cerca del puerto de Guayaquil es vital para estos grupos, según datos de la Policía Nacional el río sirve para trasladar parte de la droga.

Hasta el martes 7 de mayo Durán registró 177 muertes violentas de acuerdo a cifras de la Policía Nacional pero en el mismo periodo en el año pasado esa cifra fue de 44 homicidios es decir que el cantón registra un incremento de la criminalidad del 302,27%. Lo cual no cuadra con las declaraciones del gobierno nacional que afirman que la criminalidad se redujo en todo el país y producto de ello es que tenemos reaccione de los grupos armados organizados de los grupos de delincuentes, que con las acciones contundentes tanto de Policía Nacional como de Fuerzas Armadas se sienten en la necesidad de actuar a ello, sumarle, los secuestros, extorsiones y amenazas que reciben funcionarios públicos de la Fiscalía y del municipio de Duran. Luis Chonillo desde el inicio de su mandato el 15 de mayo de 2023, sufrió un intento de asesinato, después el edificio municipal sufrió un atentado de coche bomba y 15 días después fue asesinado el fiscal Leonardo Palacios en enero de 2024. [35, 43]

Luego de estos hechos se dio un informe de riesgo dónde se calificó a Chonillo como persona con un riesgo muy alto, sin embargo un año y dos meses después de su atentado el Gobierno de Daniel Noboa mencionó en medios oficiales que dicho alcalde ya no corría tanto peligro, mientras que Chonillo afirmo que existe una medida cautelar por parte de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, y mientras existe una disputa política entre presidente y alcalde, la ciudadanía parece estar el desamparo de las muertes violentas y las extorsiones, mientras el bloque de seguridad siguen irrumpiendo en casas de los ciudadanos. Durán se sitúa como el cantón más peligroso del mundo por número de muertes violentas.

Daniel Noboa, también ha declarado un conflicto armado interno desde el día 9 de enero de 2024, ordenando la movilización de las Fuerzas Armadas en todo el país para colaborar con la Policía en actividades de seguridad interna y mientras el gobierno afirma que ha habido una reducción de los crímenes gracias a la implementación del Plan Fénix, gracias a un informe detallado sobre la situación en los 221 cantones del país del medio de comunicación PRIMICIAS, se pudo identificar que en los primeros cuatro meses de 2024, se registraron muertes violentas en 127 cantones, así como en las zonas no delimitadas de La Manga del Cura y El Piedrero. Guayaquil, ocupa el primer lugar del listado de cantones más violentos, seguido de Babahoyo, Buena Fe, Quevedo, Manta y Portoviejo, el resto de lugares, en cambio, han ido cambiando.

En el primer cuatrimestre de 2024, se registraron 1.876 muertes violentas en Ecuador. En comparación, durante el mismo período en 2023, hubo 2.301 asesinatos, lo que representa una reducción del 18,5% a nivel nacional. Sin embargo, pese a esta disminución global, algunos cantones han experimentado un aumento en la violencia. En 64 cantones que no habían registrado crímenes de este tipo en el primer cuatrimestre de 2023, sí se han reportado en 2024. El caso más dramático es La Joya de los Sachas, en Orellana, que pasó de cero a 23 asesinatos. En otros 40 cantones, donde ya hubo muertes en ambos años, los números aumentaron en 2024. Los incrementos más significativos se observaron en Chone, Rocafuerte y Pichincha, en Manabí, con un aumento del 400%.

Por otro lado, 75 cantones vieron una reducción en las cifras de muertes violentas. Pedro Carbo, en la provincia del Guayas, mostró la disminución más notable, pasando de 11 asesinatos en 2023 a uno en el mismo período de 2024. Finalmente, en 11 cantones, las cifras se mantuvieron iguales al comparar los primeros cuatrimestres de 2023 y 2024. Estos cantones son Loja, El Guabo, Azogues, Paján, Pujilí, Pangua, Lomas de Sargentillo, Santa Isabel, Taisha, Isidro Ayora y Montalvo.

Y según la Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC), la mejor manera de medir el nivel de violencia y criminalidad en un territorio es a través de la tasa de muertes violentas por cada 100.000 habitantes. Esta cifra muestra la relación entre los delitos cometidos y el número de habitantes. Con las cifras de enero a abril de 2024, se observa que las peores tasas de violencia están en ciudades pequeñas, donde, aunque el número de muertes no es alto, su población es también reducida. Por ejemplo, en Las Naves (Bolívar) hubo solo cinco muertes, pero esta cifra es alta en relación con sus 7.012 habitantes, según el último censo del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) [26].

En respuesta a esta situación, el gobierno ecuatoriano encabezado por el presidente Daniel Noboa Azín desde el 23 de noviembre del 2023, ha implementado diversas medidas como parte de su plan se seguridad, denominado ‘’Plan Fenix’’, del cual no se ha encontrado esquema de aplicación presente en algún registro o plan estructurado hasta el momento en ninguna fuente oficial, extraoficialmente se conoce que la investigación de fiscalía del caso ‘’Metástasis’’ sería la base de este plan, en el cual se investiga una red de tráfico de influencias, intromisión del narco en la esfera judicial; sin embargo han salido a luz varias cooperaciones de los sujetos puestos a fiscalización que han conseguido acogerse al procedimiento abreviado presente en el Artículo 635 del COIP, consiguiendo así sanciones reducidas de entre 13 a 16 meses de pena privativa de libertad.

Además, se suman de manera complementaria, pero en un ámbito separado, reformas al Código Orgánico Integral Penal (COIP) que endurecen las penas para una serie de delitos. También se han creado nuevas unidades policiales y se ha incrementado el presupuesto para las fuerzas de seguridad. Sin embargo, no se han abordado las causas estructurales de la criminalidad y, por lo mismo, en muchos casos, tienen consecuencias negativas en los derechos humanos y la reincidencia delictiva. Entre las actividades consideradas como populismo penal por el

gobierno de Ecuador encontramos:

Declaración de Conflicto Armado Interno: Noboa declaró la existencia de un conflicto armado interno en enero de 2024, movilizando a las Fuerzas Armadas para colaborar con la policía en actividades de seguridad interna, en un intento de combatir la violencia y el crimen organizado [27].

Militarización de las Prisiones: Noboa ordenó la militarización de las prisiones ecuatorianas y lanzó una ambiciosa reforma penitenciaria para reestablecer el control estatal sobre el sistema penitenciario. Esto no solo llevó a serias violaciones de derechos humanos, incluyendo torturas y malos tratos a prisioneros, sino que no se prestó atención a condiciones de hacinamiento [28].

Referéndum sobre Seguridad: En abril de 2024, Noboa convocó un referéndum que incluía propuestas para permitir que las Fuerzas Armadas apoyen a la policía en la lucha contra el crimen organizado y la extradición de ecuatorianos acusados de crímenes en el extranjero. También se proponían reformas legales para endurecer las penas por delitos relacionados con el crimen organizado y restringir el acceso a armas, incluyendo la derogación de umbrales de consumo diferenciado de droga que permiten a los jueces establecer culpabilidad y pena entre consumidores y expendedores [29].

Sin embargo, cabe recalcar que, al analizar la formulación y aplicación de la política criminal, llegamos al estudio de varios gobiernos atrás que también ejecutaron políticas que pueden acoplarse al modo de populismo penal o ilusión pan penal, por ejemplo en el período gubernamental de Guillermo Lasso se pudo evidenciar también actividades que buscaron posicionar una buena imagen política a través de medidas coercitivas y de relleno como:

Declaración de estados de Emergencia: G. Lasso declaró múltiples estados de emergencia durante su mandato para combatir la violencia y el crimen, permitiendo una mayor presencia militar en las calles y medidas de seguridad extraordinarias, sin resultado de pacificación alguno.

Reformas Pena: Lasso implementó políticas de línea dura contra las bandas criminales, incluyendo un endurecimiento de las penas por delitos de drogas y la flexibilización de las regulaciones sobre armas para permitir que los ciudadanos se defendieran a sí mismos, ocasionando un alto clima de alarma social.

Operaciones Militares en la Frontera: Lasso ordenó ambiciosas redadas militares a lo largo de la frontera con Colombia para desmantelar las operaciones de tráfico de drogas y reducir la influencia de las bandas criminales en esas áreas [30].

Es así que ambos presidentes utilizaron estrategias de mano dura y militarización para enfrentar el aumento de la violencia y el crimen organizado, lo cual puede considerarse como populismo penal, ya que buscan ganar apoyo público mediante la implementación de políticas punitivas estrictas sin abordar necesariamente las causas estructurales del problema.

Al realizar el estudio es inevitable notar una evidente similitud de este tipo de medidas con las adoptadas por el gobierno de El Salvador, el cual goza del 70% de popularidad. La política criminal de Nayib Bukele en El Salvador ha sido ampliamente caracterizada por un enfoque de populismo penal. Este enfoque ha sido implementado principalmente a través del estado de excepción declarado en marzo de 2022, con el objetivo de combatir la violencia de las pandillas. Además de implementó medidas que hoy por hoy, guían el sendero para aquellos gobernantes que pretenden aceptación popular, como:

1. Estado de Excepción y Militarización: Bukele declaró un estado de excepción que suspendió muchos derechos civiles, permitiendo detenciones masivas sin orden judicial. Hasta junio de 2023, más de 68,000 personas habían sido detenidas, muchas veces sin el debido proceso y por motivos de apariencia física.
2. Endurecimiento de las Penas: Bajo su administración, las penas para delitos relacionados con pandillas se endurecieron significativamente. Los arrestos han incluido tanto a presuntos pandilleros como a personas acusadas de colaborar con ellos, sin una clara distinción o debido proceso legal.
3. Territorial Control Plan: Este plan incluyó la movilización de fuerzas militares y policiales para recuperar territorios controlados por pandillas. Esta estrategia ha sido acompañada de un aumento en la presencia militar en las calles, lo que ha generado tensiones y abusos reportados por grupos de derechos humanos.
4. Reducción de Homicidios: Bukele ha logrado una disminución notable en los homicidios, con una reducción significativa de la tasa de homicidios desde que asumió el cargo. Sin embargo, esta disminución ha sido acompañada de alegaciones de acuerdos secretos con las pandillas para mantener la paz temporalmente [31].

Pero como resultados, no solo ha obtenido la baja en los índices de violencia, sino que varias organizaciones como Human Rights Watch y la Fundación de Derechos Humanos han documentado numerosas violaciones de derechos humanos, incluyendo arrestos arbitrarios, detenciones sin juicio y maltrato de detenidos, a esto sumarle que el estado de excepción ha tenido impactos diversos en las mujeres. Aunque algunas mujeres reportan mayor seguridad en sus comunidades, muchas otras enfrentan nuevos tipos de violencia y acoso por parte de las autoridades. Además, la militarización ha generado temor y vulnerabilidad adicional para las mujeres en zonas antes controladas por pandillas. No solo aquello, sino que dichas acciones han generado preocupaciones sobre la erosión

de la democracia y un aumento de la corrupción. La concentración de poder en manos del presidente y la falta de independencia judicial son puntos de crítica constantes a nivel internacional por fuera del régimen Bukelista, debiendo tomar en cuenta los tintes autoritarios y dictatoriales al romper el esquema constitucional para ser elegido [32].

Es por ellos que el régimen del presidente Nayib Bukele enfrenta una serie de acusaciones serias, tal es el caso de Atilio Montalvo, de quien su hijo ha denunciado en redes sociales que su padre, Atilio Montalvo, no está recibiendo los cuidados médicos necesarios mientras se encuentra detenido. Atilio Montalvo, de 74 años, economista y firmante de los Acuerdos de Paz, está acusado de terrorismo y rebelión contra el Estado. Su hijo ha pedido reiteradamente al estado por los medios pertinentes que, se tome en cuenta el historial de salud delicado de su padre, que incluye un infarto, diabetes, insuficiencia renal y una herida sin tratar, alegando que está siendo sometido a condiciones inhumanas en prisión. Atilio Montalvo duerme en una celda de 2x2 metros junto a otras 15 personas, sin acceso a un tratamiento médico adecuado, mal alimentado, y sufriendo de frío y dolor. "Mi padre está siendo torturado por la dictadura de Nayib Bukele en El Salvador," expresó Montalvo hijo. Además, mencionó que su padre es acusado injustamente de planear atentados que supuestamente iban a ocurrir durante la toma de poder inconstitucional del presidente Bukele y no haber sido sometido a un proceso justo con garantías judiciales y derecho a la defensa.

El 14 de junio de este año, Atilio Montalvo y otros 10 excombatientes y veteranos de guerra de la Alianza Nacional El Salvador en Paz fueron enviados a prisión provisional por el Tribunal Primero contra el Crimen Organizado. Las autoridades los acusan de conspirar para un atentado en la toma de posesión de Bukele el pasado 1 de junio.

Y todo esto en el contexto del 'Plan Control Territorial', que ha establecido un régimen de excepción que suspende varios derechos constitucionales, permitiendo a las autoridades realizar detenciones sin orden judicial y limitar la libertad de asociación y el derecho a la defensa.

Derechos Vulnerados

1. Derecho a la Salud: La falta de atención médica adecuada para Atilio Montalvo, quien padece de condiciones crónicas graves y una herida sin tratar, vulnera su derecho a recibir tratamiento médico necesario, garantizado por el artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos.
2. Derecho a un Juicio Justo: La suspensión del derecho a la defensa bajo el régimen de excepción contraviene el artículo 14 del Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, que garantiza el derecho a un juicio justo y a la presunción de inocencia.
3. Prohibición de la Tortura y Tratos Inhumanos: Las condiciones de detención descritas por José Montalvo, incluyendo el hacinamiento, la falta de alimentos adecuados, y el dolor constante debido a una herida infectada, pueden considerarse como trato inhumano o degradante, violando el artículo 5 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos.
5. Derecho a la Libertad y Seguridad Personal: La detención arbitraria y sin las debidas garantías judiciales infringe el artículo 9 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, que protege contra la detención arbitraria y asegura el derecho a la seguridad personal.

Estas acciones bajo el régimen de Bukele reflejan preocupantes tendencias autoritarias y represivas, que no solo afectan la estabilidad democrática del país, sino que también ponen en riesgo los derechos humanos fundamentales de sus ciudadanos.

Y es por este tipo de situaciones que se debe lograr reconocer aquellas políticas criminales populistas de aquellas que, si producen efectividad integral, dado que, para expertos, como Eugenio Raúl Zaffaroni, la teoría del populismo penal explica cómo estas medidas generan apoyo popular a través de la manipulación del miedo y la inseguridad, sin ofrecer soluciones duraderas. Y es que, a decir del Derecho Penal garantista, se debe respetar los derechos fundamentales, haciendo un cálculo de las consecuencias sociales, por sobre las políticas, particularmente para los sectores más vulnerables de la sociedad [33].

El populismo penal es un tema complejo y controvertido. Si bien es comprensible la preocupación de la ciudadanía por la seguridad pública, es importante adoptar un enfoque reflexivo y crítico a las medidas que se implementan para combatir la delincuencia. Puesto que las medidas punitivas severas pueden tener un efecto disuasorio en algunos casos, pero no es una solución sostenible a largo plazo. Tal es el caso de El caso de Finlandia que en relación con el populismo penal es interesante porque, a diferencia de muchos países que han implementado políticas penales duras de forma sostenida, Finlandia optó por un enfoque punitivo en un período determinado, pero rápidamente se dio cuenta de su insostenibilidad y revertió el rumbo.

Durante las décadas de 1960 y 1970, Finlandia experimentó un aumento significativo en su tasa de criminalidad, lo que llevó a una presión social y política para implementar políticas más duras contra el crimen. Este periodo se caracterizó por un aumento en la severidad de las penas y una mayor tasa de encarcelamiento. Las políticas implementadas respondían a una lógica de populismo penal, buscando apaciguar la demanda pública de seguridad a través de medidas punitivas más estrictas.

Conclusión

La propuesta implementó en su procesamiento un método neutrosófico para la evaluación del avance del populismo penal en Ecuador. Ecuador enfrenta una preocupante tendencia al alza en la criminalidad, situándose en el puesto 22 a nivel mundial con un índice de criminalidad del 65,38% y un índice de seguridad del 37,62%. La tasa de homicidios en el país se ha duplicado en la última década, un incremento atribuido a factores como la pobreza, la desigualdad, el narcotráfico y la falta de oportunidades para los jóvenes. Estos datos reflejan una situación crítica que requiere atención urgente y medidas efectivas para abordar las causas subyacentes de la criminalidad y mejorar la seguridad en el país.

El populismo penal es una tendencia preocupante en Ecuador. Es importante que las autoridades y la sociedad civil en su conjunto adopten un enfoque integral para la seguridad pública que incluya medidas preventivas, de reinserción social y respeto de los derechos humanos, dejando de lado intereses y pugnas políticas para de esta manera conseguir un solo objetivo común que es la seguridad, esto acompañado de conocimientos técnicos de autoridades capacitadas continuamente en las distintas áreas, tanto programas de sanciones como de rehabilitación social; pero a aquello se le debe sumar la importancia de asignar el presupuesto estatal adecuado para llegar a la consecución de los objetivos planteados.

El caso de Finlandia demuestra que las políticas de populismo penal, aunque pueden ser populares a corto plazo, no son sostenibles a largo plazo debido a sus altos costos y efectos negativos en la sociedad. Las reformas implementadas en Finlandia, que se enfocan en la rehabilitación y en alternativas a la prisión, han mostrado ser más efectivas y sostenibles, proporcionando un modelo para otros países que buscan balancear la seguridad pública con los derechos humanos y la justicia social. Es necesario abordar las causas estructurales de la criminalidad, como la pobreza, la desigualdad y la falta de oportunidades. También es fundamental garantizar el respeto de los derechos humanos y promover la reinserción social de las personas que han cometido delitos.

El poder punitivo ha sido históricamente, inherentemente selectivo y ha sido utilizado de manera recurrente para cometer homicidios masivos desde el poder estatal a lo largo del siglo pasado sin llegar a ser sancionados. La intersección de la ley internacional con la penal busca castigar estos abusos, aunque enfrenta críticas por su propia naturaleza selectiva y las parodias procesales que desacreditan los esfuerzos jurídicos internacionales. América Latina, la región más violenta y represiva del mundo, ejemplifica estas dinámicas, con altas tasas de homicidios y graves vulneraciones de derechos humanos, exacerbadas por la desigualdad económica y social. Esta desigualdad impacta desproporcionadamente a las mujeres y a las personas de etnias marginadas, perpetuando un ciclo de pobreza y exclusión. Además, la violencia estructural se ve intensificada por los medios de comunicación y el entorno digital, que moldean conductas y destruyen vínculos sociales esenciales para enfrentar la violencia y la desigualdad. La erosión de la empatía y la indiferencia hacia los excluidos agravan la situación, destacando la necesidad de abordar estas problemáticas desde una perspectiva que promueva la justicia social y la equidad.

Referencias

[1] M. G. Rodríguez, and C. P. Nájera, “La política criminal y la seguridad ciudadana en Latinoamérica: Apreciaciones actuales,” *International e-journal of criminal sciences*, no. 10, 2016.

[2] E. Carranza, "Políticas Criminales y Penales en el marco de la Democracia y los Derechos Humanos," ILANUD, Cátedra Alessandro Baratta. Costa Rica, 2011.

[3] W. M. M. Zamora, T. Y. G. Ponce, M. I. D. Chávez, and I. M. B. Cedeño, “El control interno y su influencia en la gestión administrativa del sector público,” *Dominio de las Ciencias,* vol. 4, no. 4, pp. 206-240, 2018.

[4] L. Gil, and D. Pascual, “La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido,” *Anales de Psicología,* vol. 28, no. 3, pp. 1011-1020, 2012.

[5] M. Varela, L. Díaz, and R. García, “Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud,” *Investigación en Educación Médica,* vol. 1, no. 2, pp. 90-95, 2012.

[6] R. Abella Rubio, “COSO II y la gestión integral de riesgos del negocio,” *estrategia financiera,* vol. 21, 2006.

[7] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, “Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas,” 2014.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

[11] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, “Data quality measures based on granular computing for multi-label classification,” *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.

[12] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.

[13] L. Concepción, G. Nápoles, R. Falcon, K. Vanhoof, and R. Bello, "Unveiling the dynamic behavior of fuzzy cognitive maps," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 29, no. 5, pp. 1252-1261, 2020.
[14] 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.
[15] 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.
[16] 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.
[17] 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.
[18] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
[19] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
[20] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
[21] S. S. Bonham, *IT project portfolio management*: Artech House, 2005.
[22] B. Zhou, "Enterprise information technology project portfolio selection through system dynamics simulations," Massachusetts Institute of Technology, 2007.
[23] O. M. Cornelio, A. R. Rodríguez, W. L. S. Álava, P. G. A. Mora, L. M. S. Mera, and B. J. P. Bravo, "La Inteligencia Artificial: desafíos para la educación," *Editorial Internacional Alema*, 2024.
[24] J. M. Moreno-Jiménez, and L. G. Vargas, "Cognitive Multiple Criteria Decision Making and the Legacy of the Analytic Hierarchy Process/Decisión Multicriterio Cognitiva y el Legado del Proceso Analítico Jerárquico," *Estudios de Economía Aplicada,* vol. 36, pp. 67-80, 2018.
[25] L. A. Erazo-Patiño, C. A. Laverde-Rodríguez, and E. D. Devia-Acevedo, "Medios digitales y percepción de la violencia: un análisis de la expansión del Tren de Aragua," *Revista Científica General José María Córdova,* vol. 22, no. 46, pp. 457-482, 2024.
[26] G. P. Cabezas Uriarte, M. S. Rodríguez Barrero, J. I. Sierra Durán, and M. H. Flórez Guzmán, "Incidencia de factores sociales y económicos en la criminalidad en Guayaquil, Ecuador," *Revista Logos Ciencia & Tecnología,* vol. 16, no. 2, pp. 10-23, 2024.
[27] J. C. Garcia, D. Fernández Pedemonte, C. Vaca, and M. Baquerizo-Neira, "A pertinence score for political discourse analysis: The case of 2018 Colombian elections," *Digital Government: Research and Practice*, 2024.
[28] J. Bracka, and J. Bracka, "Legal Dimensions of the Conflict and Legacies of Human Rights Abuse," *Transitional Justice for Israel/Palestine: Truth-Telling and Empathy in Ongoing Conflict*, pp. 29-103, 2021.
[29] E. DRESSLER, and J. WOLFF, "De la inestabilidad política al "conflicto armado interno": La múltiple crisis de Ecuador," *Revista de ciencia política (Santiago)*, no. AHEAD, 2024.
[30] J. S. Beittel, "Ecuador: In Brief," *Current Politics and Economics of South and Central America,* vol. 11, no. 4, pp. 549-567, 2018.
[31] S. Wolf, "El Salvador under Nayib Bukele: the turn to electoral authoritarianism," *Revista de Ciencia Política,* vol. 44, no. 2, 2024.
[32] J. Zulver, and M. J. Méndez, "El Salvador's "State of Exception" Makes Women Collateral Damage," 2023.
[33] S. Calandria, "Cómplices y verdugos: masculinidades, género y clase en los delitos de infanticidio (provincia de Buenos Aires, 1886-1921)," *História (São Paulo),* vol. 38, pp. e2019045, 2019.
[34] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". Conjuntos y sistemas neutrosóficos, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021
[35] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.
[36] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.
[37] Estupinan Ricardo, J., Martinez Vasquez, A. B., Acosta Herrera, R. A., Villacres Alvarez, A. E., Escobar Jara, J. I., & Batista Hernandez, N. "Management System of Higher Education in Ecuador. Impact on the Learning Process". DILEMAS CONTEMPORANEOS-EDUCACION POLITICA Y VALORES, vol. 5 núm. 1, 2018
[38] Muñoz Guarnizo, J. P. "Criminalidad y su incidencia en la estructura social de Loja-Ecuador" (Master's thesis), 2023.
[39] Velasco Espin, L. L. "La delincuencia juvenil aspectos criminológicos en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador, durante el periodo 2020" (Master's thesis), 2023.
[40] Taco Chiliquinga, W. M. "El encarcelamiento masivo en la provincia de Cotopaxi en el año 2021 y la urgente necesidad de implementar una ley de cupo carcelario". (Master's thesis), 2023.
[41] Jiménez Fierro, G. A. "El contrato especial emergente como nueva modalidad contractual en la emergencia sanitaria y su repercusión en el derecho constitucional al trabajo en la ciudad de Quito en el año 2020". (Master's thesis), 2022.

[42] Moscoso Macias, K. E. "La mediación extrajudicial en alimentos como garantía al interés superior del menor y la tutela efectiva de los derechos en el cantón el Carmen, en el período 2020" (Master's thesis), 2022.
[43] Sánchez Cifuentes, N. P. "La exigencia de arraigo social en las audiencias de flagrancia provoca indefensión y estigmatización del procesado, cantón San Lorenzo, año 2020" (Master's thesis), 2022.
[44] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.
[45] Romero Fernández, A., Pimienta Concepción, I., Ramos Argilagos, M., Sánchez Garrido, A., & González Salas, R. "Niveles de síndrome de burnout en docentes de una universidad ecuatoriana". Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, vol. 6 núm. 3, 2019.
[46] Álvarez Gavilanes, J. E., & Romero Fernández, A. "La empleabilidad de graduados universitarios en el contexto latinoamericano". Realidades de Uniandes, Ecuador Atenas Universidad de Matanzas, vol. 4 núm. 32, pp 01-15, 2015.
[47] Estupiñán-Ricardo, J., Romero-Fernández, A. J., Sánchez, I. R. A., Portelles-Cobas, D. E., & Velázquez-Soto, O. E. "Producción científica y visibilidad de investigadores UNIANDES en SCOPUS: estudio bibliométrico retrospectivo en Ecuador". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34, 2023.
[48] López, J. S. S., Pérez, M. J. C., Cuellar, Y. R., & Fernández, A. J. R. "Niveles de ansiedad causada por la atención odontológica". Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, vol. 42 núm. 2, 2023.
[49] Fernández, A. "Propuesta de gestión por competencias para mejorar el desempeño laboral de los colaboradores en la Municipalidad Distrital de Conchán—Periodo 2018". Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo, Chiclayo, 2019.

Recibido: Septiembre 24, 2024. Aceptado: Octubre 15, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Modelo de agregación para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del Proceso de Atención de Enfermería, Hospital Marco Vinicio Iza

Aggregation model to evaluate the factors that influence the correct application of the Nursing Care Process, Marco Vinicio Iza Hospital

Mayra Jeaneth Jiménez Jiménez[1], Omaira Liliana Ruano Yarpaz[2], and Leonel Gerardo Ruano Yarpaz[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.mayrajj22@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; et.omairalry74@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.leonelry24@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un Modelo de Agregación para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del Proceso de Atención de Enfermería (PAE) en el Hospital Marco Vinicio Iza, Ecuador. El PAE es una herramienta esencial que garantiza un cuidado integral, fundamentado en conocimientos, habilidades y valores adquiridos durante la formación profesional de los enfermeros. Sin embargo, diversos factores limitan su correcta implementación, como la falta de capacitación, el desconocimiento de la metodología del proceso, la ausencia de formatos estandarizados, y la sobrecarga laboral. Para abordar estas limitaciones, se propondrá un modelo neutrosófico que permitirá evaluar y sintetizar los factores identificados a través de un estudio de caso. Este modelo se diseñará para facilitar la toma de decisiones informadas, promoviendo la actualización continua en el uso del PAE y la adopción de estrategias que fomenten su correcta aplicación. Los resultados de este estudio no solo contribuyen a la mejora del PAE en el contexto específico del hospital, sino que también ofrece un marco de referencia potencial para la implementación de prácticas similares en otras instituciones de salud. De esta manera, se espera elevar la calidad del cuidado brindado y garantizar una atención más adecuada y personalizada a los pacientes.

Palabras Claves: modelo de agregación, números neutrosóficos, PAE, correcta aplicación.

Abstract. The present research aims to develop an Aggregation Model to evaluate the factors that influence the correct application of the Nursing Care Process (NCP) at the Marco Vinicio Iza Hospital, Ecuador. The NCP is an essential tool that guarantees comprehensive care, based on knowledge, skills and values acquired during the professional training of nurses. However, several factors limit its correct implementation, such as lack of training, lack of knowledge of the process methodology, absence of standardized formats, and work overload. To address these limitations, a neutrosophic model will be proposed that will allow the evaluation and synthesis of the factors identified through a case study. This model will be designed to facilitate informed decision making, promoting continuous updating in the use of the NCP and the adoption of strategies that encourage its correct application. The results of this study not only contribute to the improvement of the PAE in the specific context of the hospital, but also offer a potential frame of reference for the implementation of similar practices in other health institutions. In this way, it is hoped to raise the quality of care provided and ensure more appropriate and personalized attention to patients.

Keywords: aggregation model, neutrosophic numbers, PAE, correct application.

1 Introducción

El empleo del Proceso de Atención de Enfermería (PAE) implica la creación de un plan de cuidados centrado en las respuestas individuales de cada persona. Esta metodología considera al paciente como un ser completo y único, requiriendo atención específica adaptada a sus necesidades personales, más allá de su condición médica.

Al aplicar el método científico, el Proceso de Atención de Enfermería proporciona un enfoque sistematizado, lógico y racional en la práctica asistencial, lo que eleva la profesión de enfermería a la categoría de ciencia [1].

Las etapas del Proceso de Atención de Enfermería son fundamentales para asegurar una atención integral. La primera fase, la valoración, consiste en la recopilación inicial de datos del paciente para comprender su estado. Las fuentes de información incluyen el historial médico del paciente, el propio paciente, su familia o alguien vinculado a él. Esta información sirve como base para la toma de decisiones futuras. Los métodos de recolección de datos abarcan entrevistas, exploración física (palpación, inspección, percusión y auscultación) y pruebas complementarias, tales como electrocardiogramas y análisis de laboratorio [2].

Una vez obtenidos los datos, se lleva a cabo la validación, para asegurar la precisión de la información recolectada y evitar decisiones basadas en suposiciones. La valoración también puede apoyarse en modelos y teorías, como las Necesidades Básicas de Virginia Henderson, que proporcionan un marco estructurado para evaluar integralmente al paciente [3, 47].

El diagnóstico es la siguiente etapa, donde se concluye, desde la perspectiva de enfermería, sobre los datos recopilados. Este diagnóstico puede diferir del médico y se organiza usando el formato PES: Problema, Etiología y Signos/Síntomas, lo que asegura una identificación clara del problema y sus causas.

La etapa de planeación define los cuidados de enfermería a implementar, seguidos de la ejecución, donde se llevan a cabo los cuidados acordados. Esta fase es crucial, ya que la información recopilada se usará para la posterior evaluación del paciente. Finalmente, en la fase de evaluación, se analiza la evolución del paciente respecto a los resultados esperados, permitiendo determinar si es necesario ajustar las decisiones tomadas previamente, a través de un examen físico, el análisis del historial clínico y entrevistas con el paciente [4, 52].

La taxonomía NANDA, NIC y NOC es una herramienta esencial para el equipo de licenciados en enfermería, ya que proporciona un lenguaje estandarizado y coherente que facilita la continuidad en los cuidados de los pacientes. Al emplear criterios de NOC, se puede evaluar y cuantificar el estado del paciente al inicio del turno y observar su evolución tras las intervenciones realizadas por el personal de enfermería. Esto resulta en una medición precisa del impacto de dichas intervenciones, permitiendo a los profesionales documentar la puntuación final del NOC en la evaluación del paciente [5, 48]. Este enfoque metodológico no solo mejora la comunicación dentro del equipo de salud, sino que también asegura que las necesidades del paciente sean atendidas de manera articulada y sistemática.

Es crucial que las enfermeras comprendan las interrelaciones entre cada una de estas taxonomías. El uso de NANDA, NIC y NOC no solo proporciona un lenguaje común, sino que también simplifica el proceso de trabajo al estandarizar la documentación. Este sistema no elimina información relevante; más bien, organiza y da valor a todos los datos necesarios para ofrecer cuidados personalizados y completos. Sin embargo, a pesar de que la mayoría de los enfermeros reconocen la importancia de estas taxonomías, muchos aún se aferran a versiones narrativas y obsoletas del proceso, lo que genera limitaciones en su aplicación [6, 45].

La aplicación de la taxonomía NANDA, NIC y NOC, se refiere a la puesta en práctica de un conocimiento específico para lograr un objetivo determinado. No obstante, la implementación de un lenguaje estandarizado en la enfermería, que clasifica diagnósticos, intervenciones y resultados, ha presentado y continúa presentando desafíos significativos. A pesar de las dificultades, esta aplicación es fundamental para visibilizar el cuidado que, en muchas ocasiones, queda en la sombra. Los lenguajes estandarizados no solo permiten una mejor comprensión de la práctica enfermera, sino que también hacen evidente el juicio clínico de los profesionales de enfermería, destacando la importancia de su rol en el sistema de salud [7, 46]. En definitiva, la integración de estas taxonomías en la atención diaria se traduce en una mejora significativa en la calidad del cuidado ofrecido a los pacientes. [53, 54]

El PAE es una herramienta esencial que garantiza un cuidado integral, fundamentado en conocimientos, habilidades y valores adquiridos durante la formación profesional de los enfermeros. Sin embargo, diversos factores limitan su correcta implementación, como la falta de capacitación, el desconocimiento de la metodología del proceso, la ausencia de formatos estandarizados, y la sobrecarga laboral. Teniendo en cuenta los elementos de descritos anteriormente, en la presente investigación se propone la implementación de un modelo de agregación para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del Proceso de Atención de Enfermería. [55, 56, 57]

2 Materiales y métodos

La presente sección describe el modelo de agregación para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del PAE. Problemas de esta naturaleza han sido tratados en la literatura científica como problemas de toma de decisiones multicriterio donde existe un conjunto de criterios $C = \{C_1, \dots C_n\}, n \geq 2$; que representan los atributos o características del PAE para satisfacer las demandas de las alternativas, $A = \{A_1, \dots A_k\}, k \geq 2$; que se corresponden con distintos casos de atención, dado que cada paciente tiene sus propias particularidades.

El modelo está compuesto por estructura, componentes, cualidades y principios con el objetivo de modelar la

problemática existente. El modelo basa su funcionamiento a partir de la modelación mediante la lógica neutrosófica para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del PAE mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico [8-10], [11-14].

El modelo posee una estructura abierta a partir de lo cual todas las informaciones son posibles gestionar [15, 16]. Se diseñó a partir de componentes que rigen el flujo de trabajo. Presenta un conjunto de cualidades que garantizan la integración flexible de los principales componentes [17, 18, 45]. Sustenta la propuesta sobre un conjunto de principios como la neutralidad, el procesamiento de la inferencia mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) y una autonomía propia que facilita el resultado de la toma de decisiones sobre una inferencia propia [19-21].

El modelo se ha diseñado mediante cinco componentes fundamentales a través de cuyo funcionamiento se garantiza su consistencia, representado por [22]:

Flujo de trabajo: el flujo de trabajo está compuesto por cinco componentes. A continuación se presenta una breve descripción de cada una de ellos, y posteriormente se realiza una descripción detallada:

Componente 1 Identificar los factores que influyen en la correcta aplicación del PAE: esta actividad se realiza al inicio del proceso. Los factores son obtenidos mediante la consulta a expertos.

Componente 2 Obtener y agregar los mapas cognitivos neutrosóficos: permite realizar una representación del conocimiento causal del grupo de expertos que interviene en el proceso para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del PAE.

Representa las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [23, 24]. La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es formalizada como [25], [26, 53]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0,1]\}n$, una evaluación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{1}$$

Los Mapas Cognitivos Neutrosóficos son una técnica que permite representar las relaciones causales de diferentes conceptos [27], empleando valores difusos en un intervalo de [-1,1] [28], [29]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [30, 31].

Los nodo representan un concepto causal, esta característica hace que la representación sea flexible para visualizar el conocimiento humano [32], [33, 34].

En los MCN es posible modelar tres relaciones causales entre los conceptos [35, 45]:

• $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos $C_j\, y\, C_i$. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i.

• $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos $C_j\ y\ C_i$. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i.

• $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos $C_j\ y\ C_i$.

Componente 3 Realizar el análisis estático: mediante el análisis estático se identifican los principales elementos que caracterizan los nodos que representan a cada ruta. Para cuantificar el grado de incertidumbre se emplean las etiquetas lingüísticas definidas en las tabla 1.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [36].

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]

El análisis estático permite obtener la centralidad conceptual causal de los Mapas Cognitivos Neutrosóficos. Se obtiene a partir de las relaciones expresadas en la matriz de adyacencia. Los parámetros modelados son grado de salida *od*, grado de entrada *id* y la centralidad *C* [28, 46, 54]. Mediante las ecuaciones (2, 3, 4) se obtienen los parámetros modelados.

Grado de salida obtenido mediante la ecuación 2.

$$od_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ij} \right\| \tag{2}$$

Grado de entrada obtenido mediante la ecuación 3.

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{3}$$

Centralidad obtenido mediante la ecuación 4.

$$C_i = od_i \ + id_i \tag{4}$$

Componente 4 Procesar inferencia: a partir del análisis de los factores en los casos de estudios, se establecen las preferencias y se procesan mediante el funcionamiento de MCN.

Componente 5 Generar recomendaciones: la fase de recomendaciones consiste en, a partir del procesamiento previo realizado, establecer un ordenamiento de las alternativas y presentar el conjunto de recomendaciones sobre la atención. A partir de lo cual se realiza el proceso de simulación de escenarios, los nuevos valores de las intercepciones expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calcula de acuerdo a la ecuación 5 de la siguiente manera [37, 49, 55]:

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{5}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto Ci en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto Cj en el paso k de la simulación,

Wji: es el peso de la conexión que va del concepto Cj al concepto Ci y f (x) es la función de activación [38, 56].

3 Resultados y discusión

La presente sección describe la implementación del modelo para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del Proceso de Atención de Enfermería. Para generalizar el modelo propuesto, se presenta un ejemplo ilustrativo que denota el grado de utilidad. Este caso de estudio fue implementado en el Hospital Marco Vinicio Iza de Ecuador. En este estudio de investigación, la población consistió en 50 profesionales de enfermería que trabajan en los servicios de traumatología, cirugía y medicina interna del Hospital Marco Vinicio Iza.

Componente 1: Identificar los factores que influyen en la correcta aplicación del PAE.

A partir de la información obtenida de los expertos se obtiene los indicadores evaluativos. La Tabla 2 muestra un conjunto de nodos utilizados para la demostración. El ejemplo es sintetizado para mejorar la comprensión de los lectores.

Tabla 2. Factores evaluativos.

Nodo	Factores
C_1	Cultura organizacional: La cultura del hospital y el apoyo institucional hacia la práctica de enfermería. Un ambiente que fomenta la colaboración, el respeto por la autonomía profesional y la participación activa de enfermería en la toma de decisiones clínicas contribuirá positivamente a la implementación del proceso.
C_2	Conocimiento y capacitación del personal: Es fundamental que los profesionales de enfermería posean un conocimiento sólido sobre el PAE y sus componentes. La capacitación continua y específica sobre el proceso, así como sobre las taxonomías NANDA, NIC y NOC, es crucial para asegurar que el personal esté bien preparado para implementar el PAE de manera efectiva.
C_3	Recursos disponibles: La disponibilidad de recursos, incluyendo herramientas, tecnología, y tiempo adecuado para la atención de los pacientes, es un factor determinante. La falta de suministros apropia-

Nodo	Factores
	dos o de tiempo para realizar una evaluación exhaustiva puede limitar la capacidad de los enfermeros para aplicar el PAE correctamente.
C_4	Comunicación interdisciplinaria: Un equipo de atención médica que se comunica de manera efectiva es esencial para el éxito del PAE. La colaboración interprofesional permite una mejor coordinación y un entendimiento claro de los diagnósticos y necesidades del paciente, lo que potencia el desarrollo y la implementación de planes de cuidados adecuados.
C_5	Carga de trabajo y turnos de trabajo: La carga de trabajo que enfrentan los profesionales de enfermería puede impactar en su capacidad para seguir correctamente el PAE. Turnos prolongados, alta saturación de pacientes y estrés laboral pueden afectar la atención prestada, limitando el tiempo disponible para llevar a cabo las valoraciones y las intervenciones necesarias.

Componente 2: Obtener y agregar los mapas cognitivos neutrosóficos.

Para el proceso de agregación de los mapas cognitivos neutrosóficos se parte de la relación que poseen las intercepciones presentadas en la Tabla 2, donde intervinieron 5 nodos, a partir de los cuales se obtuvo el MCN resultante. La Tabla 3 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso sobre la cual se genera el MCN.

Tabla 3. Matriz de adyacencia resultante.

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	[0,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0,0,0]
C_2	[0.9, 0.1, 0.1]	[0,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0.20]
C_3	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_4	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0,0,0]	[1,0,0]
C_5	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0.20]	[0,0,0]

Componente 4: Procesar inferencia.

Teniendo en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de laTabla 3, aplicando la función (2), (3) y (4); se realiza el análisis del comportamiento de los casos analizados y se sintetizan los resultados del comportamiento estático sobre los criterios valorativos tal como muestra la Tabla 4.

A partir del comportamiento de los factores en los casos de estudio, se obtiene una evaluación global de los casos que representan las alternativas del modelo.

Tabla 4: Resultado del procesamiento.

Número	W	Preferencia	Inferencia
C_1	[0.76,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.88,0,15,0.20]
C_2	[0.72,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.86,0,15,0.20]
C_3	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_4	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_5	[0.7,0.25,0.30]	[0.8,0,15,0.20]	[0.7,0.25,0.30]
Índice			[0.83,0,15,0.20]

Componente 5: Generar recomendaciones.

La generación de recomendaciones parte de la evaluación realizada a partir del procesamiento realizado en el análisis estático como resultado a partir de la función de preferencia referida en la ecuación 5, con los vectores de pesos obtenidos mediante el grado de salida *od* normalizado de la Tabla 4, dando como resultado el vector de activación inicial. La Tabla 5 muestra los resultados de la evaluación al caso de estudio.

Tabla 5: Resultado del procesamiento de las alternativas.

a_1	a_2	a_3	a_4
0.80	0.92	0.64	0.48

Por lo tanto a partir del análisis de los resultados se realiza el proceso de ordenamiento de alternativas. La expresión 6 muestra el resultado del ordenamiento realizado.

$$\{a_2, a_1\} \tag{6}$$

El ordenamiento permite realizar la recomendación de atención que realiza el modelo. Estableciendo la respuesta del modelo como primera recomendación (a_2) que se corresponden con la situación de mayor preferencia por lo que resulta necesario atender como prioridad y posteriormente (a_1) como segundo nivel de atención.

La implementación del Modelo de agregación para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del Proceso de Atención de Enfermería en el Hospital Marco Vinicio Iza ha demostrado ser una herramienta valiosa para identificar carencias y oportunidades de mejora en la práctica enfermera. Al evaluar los cinco factores clave en diferentes áreas del hospital, se ha proporcionado una comprensión integral sobre cómo cada uno de ellos impacta la calidad de los cuidados brindados. Este método no solo facilita la recolección y análisis de datos, sino que también promueve la reflexión crítica entre los profesionales de enfermería, fomentando su involucramiento en el desarrollo de estrategias que optimicen el PAE. Como resultado, se espera que el modelo contribuya a mejorar la atención al paciente, aumentando la satisfacción del personal y fortaleciendo el papel de la enfermería dentro del equipo de salud

4 Discusión

Adicionalmente, se aplicó una encuesta a los 50 profesionales de enfermería que trabajan en los servicios de traumatología, cirugía y medicina interna del Hospital Marco Vinicio Iza, que participaron en esta investigación. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 6: Resultado de la encuesta.

Pregunta	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
¿Durante su experiencia laboral recibió capacitación permanente sobre el proceso enfermero?	4%	24%	20%	44%	8%
¿La falta de conocimiento sobre la metodología del PAE es una barrera para su aplicación?	6%	1%	3%	62%	26%
¿La falta de formatos es un limitante para aplicar el proceso enfermero?	2%	8%	12%	66%	12%
¿Considera que el modelo SOAPIE para los reportes de enfermería, permite plasmar el cuidado de enfermería integral de los pacientes a diferencia de otros?	2%	2%	4%	58%	34%
¿Considera usted que la sobrecarga laboral es un factor influyente para la no aplicación del PAE?	8%	2%	-	40%	50%
¿Considera usted que la desactualización del PAE es un factor que influye en la no aplicación de esta metodología?	8%	2%	4%	52%	34%

Nota: 1- Totalmente en desacuerdo; 2-En desacuerdo; 3-Indiferente; 4- De acuerdo; 5-Totalmente de acuerdo. n=50.

En los datos obtenidos en la encuesta aplicada a los profesionales de enfermería un 44% menciona que está de acuerdo, si ha recibido capacitaciones sobre el PAE, mientras que un 24 % desacuerdo ya que mención que no existen las capacitaciones para la actualización de conocimientos hacia los profesionales para la aplicación del proceso de atención de enfermería de una manera adecuada, porque Los profesionales necesitan actualizarse constantemente para poder ofrecer una educación para la salud más efectiva e innovadora. Por ello, se considera fundamental mantener cursos de formación y actualización en el proceso enfermero.

Según los datos obtenidos en la encuesta realizada el 62 % están de acuerdo y 26 totalmente de acuerdo que la falta de conocimiento sobre la metodología del proceso de atención de enfermería es una barrera en los profesionales de enfermería que laboran en dicha institución es preocupante ya que la metodología del proceso de atención de enfermería que es una herramienta de destreza y conocimiento que favorece el pensamiento crítico para brindar valoración y atención adecuada a la población.

Según los datos obtenidos un 66% de los profesionales de enfermería encuestados están de acuerdo y un 12 % totalmente de acuerdo que la falta de formatos es un limitante para la aplicación del proceso enfermero quienes expresan que enfermería uso inadecuado del PAE, la falta de tiempo, la carga laboral asistencial, la percepción de falta de aplicabilidad, la costumbre arraigada y el desconocimiento de un lenguaje apropiado son razones identificadas para la reticencia en la implementación del proceso de atención de enfermería.

Según los datos obtenidos los profesionales de enfermería manifiestan en un 58 % que están de acuerdo y un

34% totalmente de acuerdo que el modelo SOAPIE en los reportes de enfermería permite plasmar le cuidado brindado a los pacientes ya que busca validar con evidencia científica en el trabajo que realiza el personal de enfermería, el cuidado que se le otorga al paciente durante su estancia hospitalaria.

Los profesionales de enfermería en un 50% están totalmente de acuerdo y el 40% de acuerdo que la sobrecarga laboral es un factor para la aplicación del PAE de una manera correcta limitando la ejecución del proceso enfermero disminuyendo la calidad de la atención, por la cantidad, calidad de pacientes que se atienden en cada uno de los servicios. [57]

Los datos obtenidos en la encuesta realizada a los profesionales de enfermería mencionan que el 52% está de acuerdo y 34% totalmente de acuerdo que la desactualización del proceso de atención de enfermería influye en una inadecuada aplicación del PAE, por lo que es importante reconocer la gran importancia que tiene a nivel profesional para llevar a cabo el cuidado basado en conocimiento y técnicas específicas con la actualización continua del proceso de atención de enfermería.

5 Discusiones

En su investigación sobre la aplicación del proceso de atención de enfermería en la práctica profesional, Artos Ronnie revela que el 50% de los participantes recibió capacitación continua sobre el proceso de enfermería. Sin embargo, señala que la mitad de los profesionales de enfermería a veces no implementan este proceso debido a la falta de recursos materiales. Esta situación es comparable a los hallazgos del presente estudio, en el cual se identifica que el principal obstáculo para la aplicación del proceso enfermero en la unidad hospitalaria, reportado por un 56% de los encuestados, es la carencia de actualizaciones de conocimientos en la materia, lo cual constituye un factor significativo que dificulta la implementación efectiva del proceso de atención de enfermería [39].

Esta investigación guarda relación con el estudio de Luengo, realizado entre 58 profesionales de enfermería. Los resultados principales indican que los enfermeros y enfermeras tienen un buen conocimiento del proceso de atención de enfermería. Sin embargo, se observó que, intrínsecamente, muestran poco interés en elaborar planes de cuidados. Las principales barreras identificadas incluyen la falta de tiempo, desconocimiento en investigación, y la carencia de autoridad o autonomía para implementar cambios en los cuidados. También se destaca la falta de apoyo organizacional. En la presente investigación, el 62% de la población menciona que la falta de conocimiento sobre la metodología del proceso de atención de enfermería es una barrera significativa para su aplicación. Las sugerencias principales para abordar estas barreras incluyen el apoyo organizacional y la formación de enfermeras en investigación [40, 46].

La presente investigación está relacionada con un estudio realizado en Colombia sobre la validación de un formato para documentar el proceso enfermero. Este nuevo registro facilitó la creación de una estructura más uniforme y organizada del plan de cuidados, lo que contribuyó a una correcta utilización de los diferentes componentes del formato por parte de estudiantes y docentes en la enseñanza del proceso de atención de enfermería. Los participantes del estudio manifestaron que los profesionales de enfermería presentan un bajo uso del proceso de atención de enfermería (PAE) y de una terminología específica, lo cual puede atribuirse a la falta de un registro estandarizado y a la sobrecarga laboral. De manera similar, en el presente estudio, el 66% de los profesionales encuestados señalaron que la ausencia de formatos adecuados es un obstáculo significativo para la aplicación del proceso enfermero [41, 50].

Vera Fausto, en un estudio realizado en Ecuador sobre el manejo del SOAPIE en los reportes de enfermería en un hospital general, evidenció que el 67% de los encuestados considera que el modelo SOAPIE contribuye a la elaboración de reportes éticos sobre los cuidados proporcionados por los profesionales de enfermería. Por otro lado, el 29% indicó que estos reportes no siempre resultan beneficiosos, y un 4% afirmó que nunca son beneficiosos. De manera similar, en la presente investigación, el 58% de los profesionales encuestados señalaron que el modelo SOAPIE permite realizar los reportes de enfermería de una manera más cuidadosa y efectiva [42].

La investigación tiene relación con el estudio realizado por Medina en España donde se evidencio que lo publicado hasta ahora ha coincidido señalar una serie de dificultades que limitan la práctica profesional y la aplicación de la metodología en el contexto institucional, entre ellas el elevado número de pacientes, desconocimiento de la metodología, desactualización de conocimientos, carencia de registros y asignación de labores administrativas; sin embargo, el eje del problema no parece ser la normatividad, sino la actitud y el nivel de apropiación que los profesionales de enfermería tienen en cuanto al PAE, puesto que los resultados en uno y otro periodo han sido similares a estudios antes realizados [43, 45, 51]. En la presente investigación, el 54% de los profesionales señaló que la sobrecarga laboral es un factor que impide la aplicación del PAE, lo cual reduce la calidad de atención en los servicios de salud.

El estudio realizado por Moya en Ecuador se relaciona con la presente investigación, donde se evidencia que el 81% de los encuestados indicó que invierte la mayor parte de su tiempo en cumplir indicaciones médicas y en la administración de medicación, siendo esta una diferencia significativa en comparación con la población restante, mientras que el 19% no hizo mención al respecto. A pesar de que la administración de medicamentos es

una actividad inherente al profesional de enfermería y representa una oportunidad para proporcionar cuidado directo y aplicar el PAE, los profesionales no perciben esta oportunidad, ya que el tiempo dedicado a obtener y administrar los medicamentos ocupa solo una pequeña parte de su jornada [44, 46].

Conclusión

Los resultados de la investigación realizada en el Hospital Marco Vinicio Iza destacan la efectividad del Modelo de agregación como un instrumento clave para evaluar los factores que influyen en la correcta aplicación del Proceso de Atención de Enfermería (PAE). Al analizar los cinco factores evaluativos en diversas áreas del hospital, se identificaron deficiencias en la capacitación del personal y en la comunicación interprofesional, así como la necesidad de optimizar la carga laboral y los recursos disponibles. Los resultados reflejan que una comprensión más profunda de estos aspectos permite a los profesionales de enfermería no solo mejorar su práctica diaria, sino también fomentar un entorno que favorezca la atención integral del paciente. La implementación del modelo ha demostrado su utilidad al proporcionar un marco estructurado para la evaluación continua y la mejora del PAE, lo que conlleva a una atención de mayor calidad y a un mayor empoderamiento del personal de enfermería, beneficiando tanto a los profesionales como a los pacientes en su atención.

Referencias

[1] I. Iqbal, S. Kouser, S. Samreen, and G. Victor, "Factors Affecting the Implementation of Nursing Care Plans in Patient Care," *National Journal of Health Sciences,* vol. 8, no. 4, pp. 189-194, 2023.

[2] F. A. Camargo-Figuera, M. A. Ortega-Barco, M. C. Rojas-Plata, D. Marín-Rodríguez, L. J. Alarcón-Meléndez, and B. Villamizar-Carvajal, "Measurement of practices-knowledge-attitudes of the nursing process: systematic review," *Investigación y Educación en Enfermería,* vol. 39, no. 3, 2021.

[3] B. K. Cavalcante Fernandes, M. V. Cavalcante Guedes, L. d. F. da Silva, C. Lira Borges, and M. C. de Freitas, "Nursing process based on Virginia Henderson applied for a working elderly," *Journal of Nursing UFPE/Revista de Enfermagem UFPE,* vol. 10, no. 9, 2016.

[4] S. L. Lewis, L. S. Miranda, J. Kurtz, L. M. Larison, W. J. Brewer, and C. Papoutsakis, "Nutrition care process quality evaluation and standardization tool: the next frontier in quality evaluation of documentation," *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics,* vol. 122, no. 3, pp. 650-660, 2022.

[5] B. J. Ackley, G. B. Ladwig, M. B. F. Makic, M. R. Martinez-Kratz, and M. Zanotti, *Nursing Diagnosis Handbook E-Book: Nursing Diagnosis Handbook E-Book*: Elsevier Health Sciences, 2019.

[6] F. M. Alqahtani, M. O. C. Alvarez, A. B. Rosario, R. MAN, L. D. Reyes, E. R. Mohamed, L. A. Awadh, K. K. B. Sanchez, and M. Alzaid, "Development of Student Survey on Writing Nursing Care Plan (SSW-NCP): An exploratory sequential mixed methods study."

[7] Y. Y. C. Chacaliaza, L. J. S. Acuña, and M. M. La Riva, "Nursing care process in an infant with bronchoobstructive syndrome (BOS) pneumonia hospitalized in the emergency room from a hospital in Lima, 2021 [Proceso de cuidado de enfermería en infante con Síndrome Obstructivo Bronquial (SOB) neumonía hospitalizado en emergencia de un hospital de Lima, 2021]," *Journal of Global Health and Medicine,* vol. 6, no. 1, pp. 15-26, 2022.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

[13] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[14] O. F. Von Feigenblatt, *Honor, Loyalty, and Merit: The Cultura Contemporary of the Spanish Nobility*: Ediciones Octaedro, 2022.

[15] 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.

[16] 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.

[17] 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.

[18] 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.

[19] 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.

[20] 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.

[21] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[22] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[23] 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.

[24] 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.

[25] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.

[26] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[27] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies,* vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.

[28] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems,* vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.

[29] 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.

[30] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.

[31] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters,* vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.

[32] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, A. Febles-Estrada, and J. Gulín-González, "Modelo para el análisis de escenarios basado en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad,* vol. 17, pp. 375-390, 2013.

[33] 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.

[34] 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.

[35] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.

[36] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[37] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.

[38] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[39] R. M. Artos Sosa, "Aplicación proceso de atención de enfermería en la práctica profesional en el primer nivel de atención, cantón Urcuquí, 2022," 2023.

[40] C. Luengo Martínez, and A. Salazar Molina, "Barreras en la implementación de los hallazgos de la investigación y sugerencias para su enfrentamiento," *Ciencia y enfermería,* vol. 23, no. 2, pp. 91-108, 2017.

[41] R. d. S. M. Aguilar, A. C. P. Vásquez, J. C. J. Acendra, D. B. Ospino, N. A. Reales, and C. P. Padilla, "Validación formato para documentar el proceso enfermero en un programa de enfermería," *Revista Ciencia y Cuidado,* vol. 19, no. 1, pp. 82-94, 2022.

[42] F. D. V. Tello, Y. E. O. Córdova, and A. L. S. Pintado, "Manejo del Soapie en los reportes de enfermería en un hospital general del Ecuador," *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional,* vol. 7, no. 8, pp. 1292-1308, 2022.

[43] L. Medina García, "Proceso de atención de enfermería a paciente con enfermedad de Alzheimer en atención primaria," 2018.

[44] M. F. Moya Quingaluisa, "Factores que influyen en la no aplicación del proceso de atención en enfermería en el ámbito hospitalario," Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ciencias de la Salud-Carrera de …, 2018.

[45] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.

[46] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.

[47] Vallejo Lalangui, R. E. "Inaplicación de los principios que rigen el derecho a la Seguridad Social y su incidencia en la vulneración de derechos constitucionales de los afiliados, en el cantón Guayaquil, año 2020" (Master's thesis), 2022.

[48] Díaz Coba, M. P. "El procedimiento abreviado vulnera el Derecho Constitucional a la no autoincriminación en el cantón Otavalo, año 2020". (Master's thesis), 2022.

[49] Ayon Tovar, A. B. "La supresión de puestos de trabajo en el sector público, y su afectación en los derechos constitucionales, en los ríos, en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[50] Huera Ayala, M. A. "El bloqueo de la cédula de ciudadanía por supuesta doble inscripción vulnera el derecho a la identidad en los habitantes de la ciudad de Tulcán en el año 2020". (Master's thesis), 2022.

[51] Pérez Ortiz, B. M. "La eutanasia, en enfermedades terminales un derecho a tomar decisiones libres, informadas y voluntarias sobre la vida en el Ecuador, año 2020. "(Master's thesis), 2022.

[52] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[53] Romero Fernández, A., Pimienta Concepción, I., Ramos Argilagos, M., Sánchez Garrido, A., & González Salas, R. "Niveles de síndrome de burnout en docentes de una universidad ecuatoriana". Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, vol. 6 núm. 3, 2019.

[54] Álvarez Gavilanes, J. E., & Romero Fernández, A. "La empleabilidad de graduados universitarios en el contexto latinoamericano". Realidades de Uniandes, Ecuador Atenas Universidad de Matanzas, vol. 4 núm. 32, pp 01-15, 2015.

[55] Estupiñán-Ricardo, J., Romero-Fernández, A. J., Sánchez, I. R. A., Portelles-Cobas, D. E., & Velázquez-Soto, O. E. "Producción científica y visibilidad de investigadores UNIANDES en SCOPUS: estudio bibliométrico retrospectivo en Ecuador". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34, 2023.

[56] López, J. S. S., Pérez, M. J. C., Cuellar, Y. R., & Fernández, A. J. R. "Niveles de ansiedad causada por la atención odontológica". Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, vol. 42 núm. 2, 2023.

[57] Fernández, A. "Propuesta de gestión por competencias para mejorar el desempeño laboral de los colaboradores en la Municipalidad Distrital de Conchán—Periodo 2018". Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo, Chiclayo, 2019.

Recibido: Septiembre 24, 2023. Aceptado: Octubre 15, 2023

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación del manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA

Neutrosophic method for the evaluation of the management and follow-up of OHVIRA syndrome

Mario Alexander Barreno Urquizo[1], María Ilusión Solís Sánchez[2], and Nancy Yolanda Urbina Romo[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato. Ecuador; mariobu24@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato. Ecuador; ua.mariass26@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato. Ecuador; ua.nancyur26@uniandes.edu.ec

Resumen. El síndrome de Obstructed hemivagina and ipsilateral renal agenesis / anomaly (OHVIRA) o de Herlyn- Werner-Wunderich (HWW) es una anomalía del sistema genitourinario, es una entidad rara y compleja, relacionado con anomalías Müllerianas obstructivas. La incidencia de estos trastornos se estima entre 0.1% - 0,3%. Se caracteriza por la presencia de un útero doble, obstrucción y anomalías renales ipsilaterales resultado de un desarrollo anormal de los conductos de Müller a la octava semana de gestación. La mayoría de tratados sugieren que para el tratamiento de OHVIRA se debe emplear la opción mínimamente invasiva de resección del tabique vaginal como tratamiento. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método para la estimación de la factibilidad de la laparoscopía en el manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA. El método basa su funcionamiento mediante números neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

Palabras Claves: método neutrosófico, síndrome OHVIRA, conductos de Müller, agenesia renal, laparoscopía.

Abstract. Obstructed hemivagina and ipsilateral renal agenesis/anomaly (OHVIRA) syndrome or Herlyn-Werner-Wunderich (HWW) syndrome is a rare and complex abnormality of the genitourinary system, related to obstructive Mullerian anomalies. The incidence of these disorders is estimated between 0.1% - 0.3%. It is characterized by the presence of a double uterus, obstruction and ipsilateral renal anomalies resulting from abnormal development of the Mullerian ducts at the eighth week of gestation. Most treaties suggest that the minimally invasive option of vaginal septum resection should be used for the treatment of OHVIRA. The present investigation aims to develop a method for estimating the feasibility of laparoscopy in the management and follow-up of OHVIRA syndrome. The method bases its operation on neutrosophic numbers to model uncertainty.

Keywords: neutrosophic method, OHVIRA syndrome, Müllerian ducts, renal agenesis, laparoscopy.

1 Introducción

El síndrome de hemivagina obstructiva, agenesia renal ipsilateral (OVHIRA) también conocida como síndrome de Herlyn- Werner- Wunderich (HWW) es una afección muy rara del desarrollo del tracto genitourinario caracterizada por útero didelfo, hemivagina obstruida y agenesia renal ipsilateral, los diagnósticos se presentan en la mayoría de pacientes durante la pubertad. La enfermedad se origina en el periodo de desarrollo embrionario debido a anomalías en los conductos de Müller. Los síntomas clínicos que se los pacientes presentan son la dismenorrea, irregularidades menstruales, dolor o masas abdominales pélvicas [1, 2].

La prevalecía estimada de agenesia Mülleriana obstruida es de varía entre el 0.1 en la población general y el 3,8%. La función reproductiva femenina depende fundamentalmente del tracto genital junto con el eje hipotalámico- pituitario- ovárico- funcional, pero si se presenta complicaciones en estos sistemas esta tiene una incidencia directa en el potencial reproductivo de la mujer. La incidencia de agenesia renal unilateral se describe en 1:1000 nacidos vivos. La estrecha relación entre anomalías renales y Müllerianas se describe entre un 30 y 70% y se explica por un vínculo entre los conductos paramesonéfrenicos y mesonéfricos durante el desarrollo embriológico renal [3].

Aunque no se tiene claro la patogénesis exacta, los especialistas establecen que se podría tratar a una anoma-

lía causada por la proximidad de las estructuras derivadas del primordio mesonéfrico (conducto de Wolf) y el primordio paramesonéfrico (conducto de Müller) tienen un papel clave en la aparición de esta enfermedad cuando el futuro neonato cursa las 8 semanas de desarrollo. De acuerdo a la clasificación de malformaciones del aparato genital de la Sociedad Americana de Fertilidad se trata de un defecto de fusión lateral y central clase III. Estas malformaciones son más frecuentes en el lado derecho, pero sin encontrar todavía una correlación clara a este hallazgo [4, 26].

El síntoma principal es un dolor cilicio abdominopélvico secundario a la obstrucción vaginal cuya aparición será posterior a la menarquia cuando las mujeres se encuentran los 12 y 16 años de edad sin embargo la presencia de menstruaciones normales promueve un retraso o una posible confusión al momento del diagnóstico. Las pacientes también suelen presentar una masa abdominal, pélvica o paravaginal secundaria a un hematosálpinx, hematocolpos o hematómetra resultante de la sangre retenida y parcialmente coagulada como resultado de la hemivagina obstruida.

El abordaje laparoscópico parece ser una opción de tratamiento alternativo para aquellos pacientes cuyo principal objetivo es preservar la virginidad en casos en la que la paciente rechacé totalmente la cirugía vaginal para el tratamiento quirúrgico. La resección laparoscópica del tabique vaginal con hemivagina y hematocolpos no sólo preserva la integridad del himen sino que también permite definir las anomalías del tracto genital sumado a las anomalías coexistentes que la paciente pueda presentar [4, 25].

Las anomalías obstruidas, si no se tratan de manera oportuna y adecuadamente, pueden provocar complicaciones crónicas afectando así su potencial reproductivo, sumado a un impacto psicológico negativo teniendo así un impacto totalmente negativo en la calidad de vida de la mujer, es debido a esto que un diagnóstico temprano y el alivio a tiempo de la obstrucción permite a las pacientes tratar de mejor manera la afección no comprometiendo de esta manera su potencial reproductivo que es sin dudas la mayor complicación que acarrea el síndrome de OHVIRA [5].

A pesar de que los autores no recomiendan la laparoscopía diagnóstica y terapéutica de manera sistemática para el tratamiento del síndrome OHVIRA, este abordaje ha demostrado ser eficaz al permitir la liberación de problemas uterinos y restaurar la anatomía normal, brindando a la paciente un tratamiento quirúrgico para su patología. No se ha establecido un tratamiento óptimo claro para el síndrome de OHVIRA, pero la literatura describe diversas técnicas que finalizan con la resección del tabique vaginal, destacando su papel fundamental en el restablecimiento de la función reproductiva. Aunque se trata de un síndrome raro e infrecuente, el pronóstico reproductivo es favorable, ya que los resultados indican que la tasa de embarazos exitosos es muy alta en la mayoría de los casos tratados. La intervención quirúrgica no se considera una emergencia y se recomienda realizarla durante el período prepuberal, excepto en situaciones raras donde la afección se complica con infecciones y abscesos.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la estimación de la factibilidad de la laparoscopía en el diagnóstico, manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA. Con esto se pretende determinar el tratamiento oportuno de acuerdo al tipo de obstrucción y avance de la afección en el paciente, para no generar un impacto negativo en los pacientes que la padecen.

2 Materiales y métodos

La estimación de factibilidad sobre la laparoscopía en el diagnóstico, manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA, puede ser modelado como un problema de toma de decisión multicriterio [6, 26]. De modo que se tenga [7]:

- Un conjunto de actividades que contribuyen al tratamiento $R = \{\mathrm{R}_1, \ldots \mathrm{R}_\mathrm{n}\}, \mathrm{n} \geq 2$;
- Que son expuestos al conjunto de alternativas que representan las pacientes objetos de estudio $I = \{\mathrm{I}_1, \ldots \mathrm{I}_\mathrm{m}\}, \mathrm{m} \geq 2$

La estimación de factibilidad está conformada por el grupo de criterios que determinan la efectividad de la laparoscopía en el manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA, los cuales pueden ser modelado mediante los números neutrosóficos propuestos por Smarandache [8], [9].

El nivel de impacto de un criterio se puede expresar mediante una relación directa de su influencia o la negación de este con un espectro de neutralidad representando un Dominio Numérico Neutrosófico de Valor Único (SVN por sus siglas en Inglés) [10], [11, 25]. El nivel de impacto es expresado mediante tres condiciones:

- Un criterio <A> pude implicar negativamente por un criterio <B> de modo que si <A> disminuye <B> disminuye según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> puede implicar positivamente por un criterio <B> de modo que si <A> incrementa B incrementa según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> no posee implicación por un criterio <B> de modo que las variaciones de <A> no

poseen implicación en <B>.

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado como [12-15]:

Sean $N = \{(T,I,F) : T,I,F \subseteq [0,1]\}n$, un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N. A partir de cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T,I,F) \quad (1)$$

El método para la estimación de la factibilidad de la laparoscopía en el manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA se diseñó mediante un flujo de trabajo compuesto por cuatro actividades que en su integración conforman el análisis de factibilidad. A continuación se realiza una descripción de las actividades propuestas.

Actividad 1 análisis de las informaciones

Para nutrir el funcionamiento del método propuesto, se identifican las fuentes de información y posteriormente se almacenan en bases de datos para su posterior transformación y análisis. Dicha actividad utiliza la base de conocimiento empírica organizacional. Consiste en la recolección de informaciones históricas de técnicas de tratamiento del síndrome OHVIRA y sus resultados clínicos.

Apoyado en la neutrosofía se obtiene una mejor interpretabilidad de los datos, utilizan los conjuntos SVNS los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas. Los criterios de evaluación son expresados mediante un universo de discurso se denota como (X). Donde el conjunto neutrosófico de valor único se define como *A* sobre *X,* el cual es un objeto de la forma, como se muestra en la ecuación 2.

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\}d \quad (2)$$

Donde: (x)X $\rightarrow$ [0,1], $rA(x) \rightarrow$ [0,1], $vA(x) \rightarrow$ [0,1]; con $0 \leq uA(x) + rA(x) + vA(x) : \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo (x), $rA(x)$ y $vA(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, sucesivamente. El valor del conjunto neutrosófico de se expresa tal como muestra la ecuación 3.

$$A = (a,b,c) \quad (3)$$

Donde: a, b, c $\in$ [0,1], a+b+c $\leq$ 3

Actividad 2 transformación de los datos

Cada dato describe las características que describen el indicador, a partir de números neutrosóficos [16], [17] . Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN, tal que: $A_j{}^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$, j=(1,2, … , n), B_i = (B_{i1}, B_{i2}, … , B_{im}) (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.

Tal que B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})(i = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n), Las B_i y A^* obtenido mediante la ecuación 4:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(|a_{ij}-a_j^*|\right)^2+\left(|b_{ij}-b_j^*|\right)^2+\left(|c_{ij}-c_j^*|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

(i = 1,2,3… , m)

Se emplea la media de similaridad a partir de la obtención de la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación 5.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (5)$$

El cálculo permite la obtención de la medida de la alternativa A_i. A partir de la similitud el método se debe buscar cuál de los datos tienen mayor cercanía al conjunto solución S_i a partir de lo cual mediante la vecindad se obtiene un orden de las alternativas. Mientras más pequeña sea la vecindad mayor será la similitud [17, 26], [18, 25].

Actividad 3 Filtrado y comparación de los datos

La actividad consiste en evaluar el comportamiento de los indicadores de factibilidad para una determinada actividad. Para ello se utiliza la escala lingüística S, $V_k^j \in S$.

Donde: $S = \{S_1, , S_g\}$ que representan el conjunto de etiquetas lingüísticas para evaluar las características de los riesgos C_k.

La evaluación realizada es considerada la preferencia del proceso a partir de la cual se obtienen:

$$P = \{P_1, \dots P_e\},$$

Los valores obtenidos son comparados con los datos almacenados previamente. Se realiza un proceso de comparación mediante la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación (6).

$$S=1-\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

La función S determina la similitud entre los valores de los datos almacenados y las preferencias obtenidas realizando la comparación con toda la vecindad existente.

Actividad 4 Generación de recomendaciones

A partir de la obtención de la similitud, se realiza el proceso de recomendaciones. Las recomendaciones se realizan a partir de los datos almacenados. Consiste en generar un ordenamiento sobre la vecindad de similitud. El mejor resultado será aquel que satisfaga las necesidades que caracterizan el riesgo; matemáticamente: los que obtengan mayor similitud.

3 Resultados y discusión

El método propuesto fue probado para la estimación de la factibilidad sobre el uso de la laparoscopía en el manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA, específicamente para el abordaje del tabique vaginal. Los resultados son representados mediante las alternativas I, de modo que:

$I = \{i_1, i_2, i_3\}$,

Valorado a partir del conjunto de características C que describen el caso tal que:

$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,} c_{5,} c_6\}$, donde:

c_1: Tasa de éxito quirúrgico: porcentaje de procedimientos laparoscópicos que resultaron en la completa resección del tabique vaginal y la resolución de problemas asociados, como obstrucciones o malformaciones.

c_2: Complicaciones adversas: incidencia de complicaciones postoperatorias, como infecciones, hemorragias o lesiones a órganos adyacentes, que puedan surgir durante o después del procedimiento laparoscópico.

c_3: Tiempo de recuperación: tiempo promedio que tardan las pacientes en recuperarse y retomar sus actividades normales después de la cirugía laparoscópica, comparándolo con otros métodos quirúrgicos.

$c_{4,}$: Mejora en la función reproductiva: tasa de embarazos exitosos y la calidad del embarazo (sin complicaciones) en las pacientes tratadas laparoscópicamente, en comparación con grupos no tratados o tratados con métodos alternativos.

$c_{5,}$: Evaluación de la satisfacción del paciente: satisfacción de las pacientes respecto al manejo de su condición, el procedimiento realizado y la atención recibida durante y después de la laparoscopía.

c_6: Costos del procedimiento: comparar los costos asociados con la laparoscopía frente a otros enfoques quirúrgicos tradicionales, tomando en cuenta factores como hospitalización, medicamentos, tiempo de recuperación y seguimiento médico.

A partir del conjunto de etiquetas lingüísticas que se presenta en la tabla 1 [16], definidas como:

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)

A partir de la aplicación del método se obtienen como resultado la expresión de comparación que se muestra en la expresión 5, estos datos son almacenados en la base de caso para nuevos análisis.

$$P_e = \{, \mathrm{B}, \mathrm{M}, \mathrm{B}, \mathrm{MB}, \mathrm{MMB}, \mathrm{B}\} \quad (7)$$

A partir de la corrida de los datos, se obtiene su filtrado que proporciona un mapa para cada alternativa obje-

to de análisis. Las Figuras 1 a 7 presentan el mapa de datos obtenidos mediante una gráfica de barra.

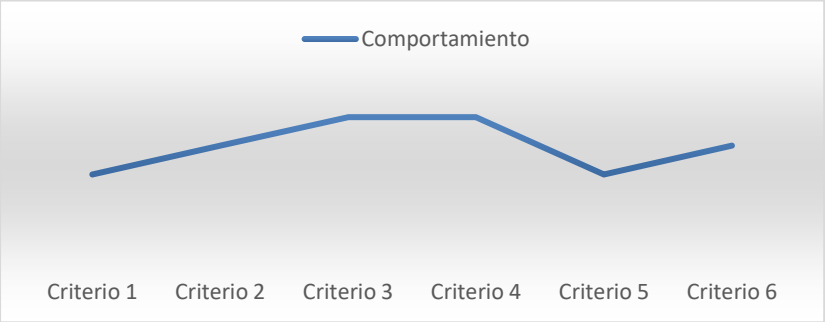


Figura 1: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 1.

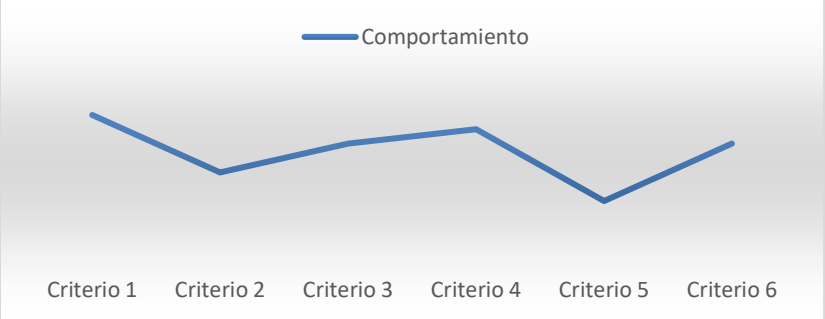


Figura 2: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 2.

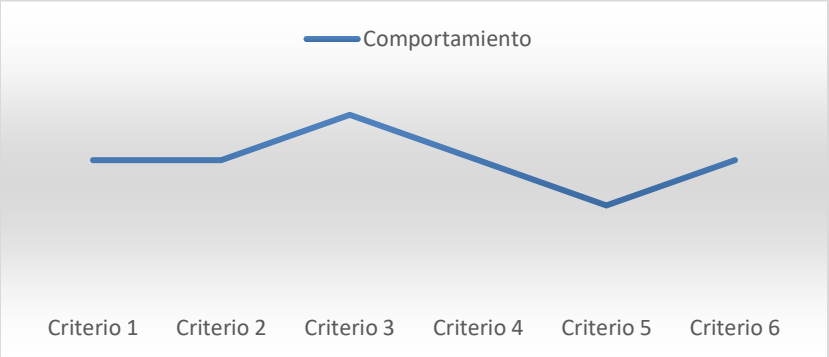


Figura 3: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 3.

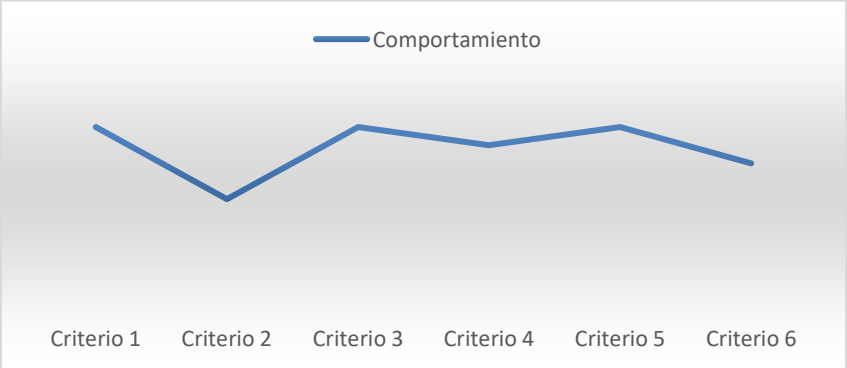


Figura 4: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 4.

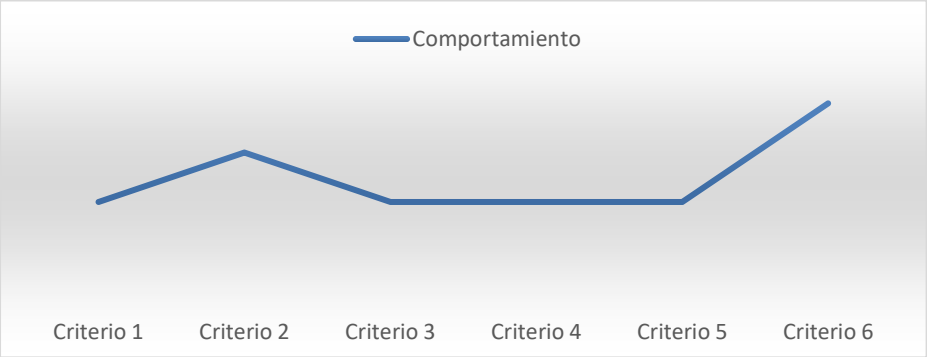


Figura 5: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 5.

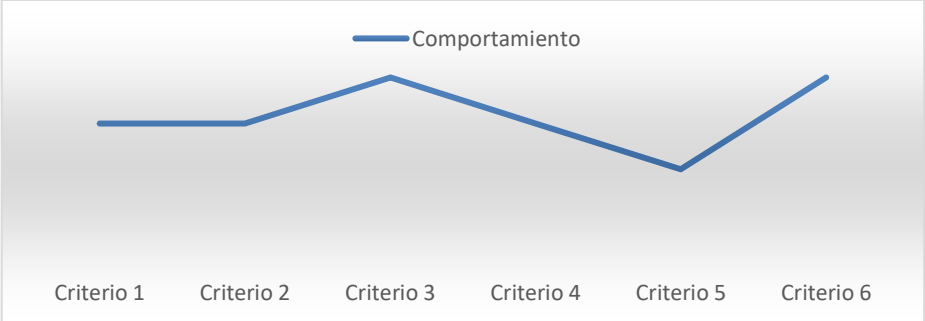


Figura 6: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 6.

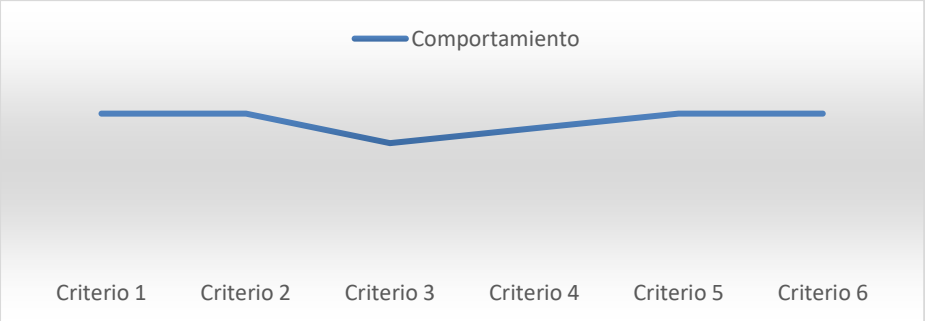


Figura 7: Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 7.

Una vez obtenido el mapa de las alternativas se obtuvo el cálculo de la similitud que se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Similitud entre las alternativas.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
0.75	0.65	0.82	0.78	0.25	0.60	0.58

Por lo tanto a partir del análisis de los resultados se realiza el proceso de ordenamiento de alternativas. A partir del proceso se visualizan la alternativa objeto de atención. La expresión 8 muestra el resultado del ordenamiento realizado.

$$\{a_2, a_3, a_4\} \tag{8}$$

A partir del ordenamiento el método realiza como recomendación la (a_2) que se corresponden con la estimación de factibilidad de la laparoscopía en el manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA, por lo que el más factible a emplear como primera instancia y posteriormente (a_3) como segundo nivel de factibilidad según el análisis realizado. [32 ,33]

4 Discusiones

El síndrome de OHVIRA, conocido también como síndrome de Herlyn-Werner-Wunderlich, es una afección rara que afecta el desarrollo del tracto genitourinario, y su manejo oportuno es crucial para preservar la salud y potencial reproductivo de las pacientes. En este contexto, la laparoscopia se ha establecido como una herramienta invaluable, no solo para el diagnóstico, sino también para la corrección quirúrgica de anomalías asociadas, como se evidencia en diversos estudios clínicos. [27, 28]

La evaluación de la efectividad y factibilidad de la laparoscopia en el manejo del síndrome OHVIRA, específicamente en pacientes con tabique vaginal, se respalda por diversos reportes clínicos presentes en la literatura científica. Por ejemplo, en el caso presentado por Leonel Castedo, una paciente de 13 años se sometió a un manejo quirúrgico que incluyó laparoscopía, revelando la importancia de esta técnica para identificar y tratar anomalías uterinas y tubáricas, lo que contribuyó a un diagnóstico más preciso y a la corrección de un manejo anterior insatisfactorio [18, 29].

Asimismo, Barbara Neira reporta a una paciente de 15 años que presentó síntomas compatibles con el síndrome y que fue tratada mediante una intervención quirúrgica que combinó la resección del tabique vaginal y la laparoscopía, logrando restaurar la anatomía pélvica y mejorar su bienestar sin complicaciones [4, 31].

En otro estudio, Marcela García describe a una joven de 13 años que, a pesar de presentar un cuadro asintomático, mostraba signos de complicación severa que fueron abordados eficazmente a través de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas [19, 25]. Mientras tanto, Victoria Fontana destaca que en una paciente de 12 años, la resonancia magnética complementó la ecografía para diagnosticar adecuadamente un hematometrocolpos, permitiendo un tratamiento quirúrgico oportuno [20, 34]. El estudio de Marcela Segredo refuerza la relevancia de la laparoscopia al señalar que el síndrome de OHVIRA puede ser difícil de diagnosticar en etapas tempranas [21, 30].

Asimismo, Christina Fernández demuestra la creciente relevancia de la ecografía 3D y la resonancia magnética nuclear en el diagnóstico del síndrome de OHVIRA, enfatizando que, aunque la ecografía 2D sigue siendo la técnica de elección inicial, la laparoscopia se vuelve esencial en situaciones que presentan severas adherencias o endometriosis [22]. Por su parte, Alejandra Cabellos reporta un caso en el que la laparoscopia no solo fue efectiva para el tratamiento inicial, sino que también sirvió para la evaluación postquirúrgica, asegurando que los resultados de la cirugía fueran satisfactorios y adaptando el tratamiento de seguimiento según las necesidades de la paciente [23, 26].

El estudio de Neetha Nandan resalta la importancia de considerar en qué fase del desarrollo se debe realizar la recesión del tabique vaginal, sugiriendo que se pueden iniciar tratamientos hormonales para prevenir complicaciones antes de una intervención quirúrgica definitiva [24, 35]. Este enfoque multidisciplinario, que combina técnicas de imagen avanzada con intervenciones quirúrgicas mínimamente invasivas, demuestra cómo la laparoscopia es un componente clave en el manejo del síndrome de OHVIRA, permitiendo a los profesionales de salud abordar de manera efectiva esta compleja condición y mejorar el bienestar de las pacientes.

Estos casos clínicos demuestran que el enfoque laparoscópico se ha implementado con éxito en la práctica, resultando en mejoras significativas en la salud y calidad de vida de las pacientes afectadas por esta condición compleja.

Conclusión

El abordaje laparoscópico del síndrome de OHVIRA permite un tratamiento alejado de los métodos tradicionales que permite a las pacientes una recuperación total en aquellas personas que deseen mantener su himen vaginal intacto, es una patología que se presenta en los momentos posteriores de la menarquia en mujeres a partir de ese momento se presentan los síntomas clásicos de la enfermedad. El diagnóstico temprano es la clave para no complicar el cuadro de las pacientes poseedoras de la anomalía, el tratamiento es netamente quirúrgico y consiste en la recesión del tabique vaginal. Al ser una enfermedad poco común no se conoce mucho de la misma y requiere más estudios e investigaciones para obtener más información de la misma.

La implementación del método neutrosófico para la estimación de la factibilidad de la laparoscopía en el manejo y seguimiento del síndrome OHVIRA ha demostrado ser un enfoque prometedor y eficaz. Este método permite evaluar de manera integral y multidimensional diversos factores relacionados con la condición y el tratamiento, como las características clínicas de las pacientes, la presencia de complicaciones asociadas y los resultados esperados de la intervención quirúrgica. Al aplicar el enfoque neutrosófico, se facilita la toma de decisiones informadas, optimizando así la selección de pacientes que se beneficiarán más de la laparoscopía. Además, este método ayuda a minimizar riesgos al identificar claramente las condiciones que podrían complicar el procedimiento, y permite establecer un seguimiento adecuado postquirúrgico. La adopción del método neutrosófico no solo contribuye a una evaluación más precisa de la factibilidad de la laparoscopía en el manejo del síndrome OHVIRA, sino que también mejora la calidad del cuidado brindado a las pacientes, garantizando

un enfoque personalizado y basado en la evidencia.

Referencias

[1] A. Lecka-Ambroziak, L. Skobejko-Włodarska, and H. Ruta, "The Need for Earlier Diagnosis of Obstructed Hemivagina and Ipsilateral Renal Agenesis/Anomaly (OHVIRA) Syndrome in Case of Renal Agenesis in Girls—Case Report and Review of the Literature," *Journal of Clinical Medicine,* vol. 12, no. 23, pp. 7284, 2023.

[2] J. Kueppers, L. Wehrli, S. Zundel, S. Shavit, N. Stahr, and P. Szavay, "OHVIRA-syndrome in a newborn," *Journal of Pediatric Surgery Case Reports,* vol. 69, pp. 101859, 2021.

[3] R. Sharma, P. Mishra, S. Seth, and N. Agarwal, "OHVIRA syndrome—diagnostic dilemmas and review of literature," *J South Asian Feder Obst Gynae,* vol. 12, no. 6, pp. 421-426, 2020.

[4] B. C. Neira, N. Navarro-Plazaola, A. Díaz-Eris, C. Norambuena-Narváez, A. v. Hoveling-Schindler, and R. Avilés-Dorlhiac, "Rol de la laparoscopia en el manejo del síndrome OHVIRA: reporte de un caso y su relación con la endometriosis," *Revista chilena de obstetricia y ginecología,* vol. 88, no. 6, pp. 397-401, 2023.

[5] O. F. Vizcaíno, J. V. Santamaría, M. B. Marrero, J. G. García, J. G. Hernández, N. Castro, W. P. Acevedo, and I. E. Gutiérrez-Barquín, "Progresos de obstetricia y ginecología: revista oficial de la Sociedad española de ginecología y obstetricia," ISSN.

[6] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, "Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación," *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.

[7] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[8] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[9] F. Smarandache, *Symbolic neutrosophic theory*: Infinite Study, 2015.

[10] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y.-Q. Zhang, *interval neutrosophic sets and logic: theory and applications in computing: Theory and applications in computing*: Infinite Study, 2005.

[11] F. Martínez, "Aplicaciones al modelo conexionista de lenguaje y su aplicación al reconocimiento de secuencias y traducción automática," Universidad Poloténica de Valencia, 2012.

[12] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.

[13] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.

[14] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.

[15] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[16] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[17] L. K. Á. Gómez, D. A. V. Intriago, A. M. I. Morán, L. R. M. Gómez, J. A. A. Armas, M. A. M. Alcívar, and L. K. B. Villanueva, "Use of neutrosophy for the detection of operational risk in corporate financial management for administrative excellence," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 75, 2019.

[18] L. R. Castedo, J. C. Auza-Santivañez, R. C. Jimenez-Fernandez, E. C. González, A. R. L. Castillo, and J. S. Pérez, "OHVIRA syndrome: report of a case in Bolivia," *Interamerican Journal of Health Sciences,* vol. 4, pp. 182-182, 2024.

[19] M. M. García, G. C. Betancourth, and C. R. Torres, "Malformaciones müllerianas: a propósito del síndrome de ohvira. Reporte de casos," *Revista Médica de la Universidad de Costa Rica,* vol. 17, no. 1, pp. 52-60, 2023.

[20] V. Fontanaa, G. S. Abouda, and L. Sabbajb, "Síndrome de Herlyn-Werner Wünderlich: reporte de dos casos," *Arch Argent Pediatr,* vol. 122, no. 4, pp. e202310138, 2024.

[21] M. Segredo, "Síndrome de OHVIRA," *Archivos de Ginecología y Obstetricia,* vol. 61, no. 1, pp. 29-36, 2023.

[22] M. C. Ortega Jimenez, and V. G. J. Vanessa, "Aplicación del proceso de atención de enfermería en madre adolescente con útero bicorne basados en el modelo de nola pender," Machala: Universidad Técnica de Machala, 2020.

[23] A. Cabellos, K. Cabrera, and C. Lema, "Síndrome de OHVIRA: Causa Inusual de Sangrado Intermenstrual y Descarga Vaginal en una Adolescente. Reporte de un Caso," *Rev. Soc. Chil. Obstet. Ginecol. Inf. Adol.| Año,* vol. 26, no. 1, 2019.

[24] N. Nandan, A. Tanneru, P. Rai, and N. Poonja, "OHVIRA Syndrome with a Rare Presentation," *Journal of South Asian Federation of Obstetrics and Gynaecology,* vol. 15, no. 3, pp. 354-356, 2023.

[25] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.

[26] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.

[27] Vallejo Lalangui, R. E. “Inaplicación de los principios que rigen el derecho a la Seguridad Social y su incidencia en la vulneración de derechos constitucionales de los afiliados, en el cantón Guayaquil, año 2020” (Master's thesis), 2022.

[28] Díaz Coba, M. P. “El procedimiento abreviado vulnera el Derecho Constitucional a la no autoincriminación en el cantón Otavalo, año 2020”. (Master's thesis), 2022.

[29] Ayon Tovar, A. B. “La supresión de puestos de trabajo en el sector público, y su afectación en los derechos constitucionales, en los ríos, en el año 2020.” (Master's thesis), 2022.

[30] Huera Ayala, M. A. “El bloqueo de la cédula de ciudadanía por supuesta doble inscripción vulnera el derecho a la identidad en los habitantes de la ciudad de Tulcán en el año 2020”. (Master's thesis), 2022.

[31] Pérez Ortiz, B. M. “La eutanasia, en enfermedades terminales un derecho a tomar decisiones libres, informadas y voluntarias sobre la vida en el Ecuador, año 2020. “(Master's thesis), 2022.

[32] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. “Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes”. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[33] Estupiñán-Ricardo, J., Romero-Fernández, A. J., Sánchez, I. R. A., Portelles-Cobas, D. E., & Velázquez-Soto, O. E. “Producción científica y visibilidad de investigadores UNIANDES en SCOPUS: estudio bibliométrico retrospectivo en Ecuador”. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34, 2023.

[34] López, J. S. S., Pérez, M. J. C., Cuellar, Y. R., & Fernández, A. J. R. “Niveles de ansiedad causada por la atención odontológica”. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, vol. 42 núm. 2, 2023.

[35] Fernández, A. “Propuesta de gestión por competencias para mejorar el desempeño laboral de los colaboradores en la Municipalidad Distrital de Conchán—Periodo 2018”. Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo, Chiclayo, 2019.

Recibido: Septiembre 25, 2024. Aceptado: Octubre 17, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Métodos AHP y Topsis para la evaluación del derecho de publicidad de procesos contra el reconocimiento del derecho al olvido en un Ecuador constitucional

AHP and Topsis methods for the evaluation of the right of publicity of processes against the recognition of the right to be forgotten in a constitutional Ecuador

Mesías Elías Machado Maliza[1], Gabriela Nicole Bravo Galarraga[2], Kevin Alexander Samaniego Macas[3], and María Fernanda Yánez Usca[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba. Ecuador; ur.mesiasmachado@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba. Ecuador; gabrielabg43@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba. Ecuador; kevinsm10@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Riobamba. Ecuador; mariayu44@uniandes.edu.ec

Resumen. La naturaleza del ordenamiento jurídico ecuatoriano contempla derechos fundamentales y busca implementar nuevos derechos que han ido surgiendo en los últimos años. Sin embargo, estas acciones deben respetar los derechos fundamentales ya establecidos, un área de particular tensión es el conflicto entre el derecho al acceso a la información, específicamente los procesos judiciales y el derecho al olvido. La investigación buscó, por tanto, analizar cómo Ecuador, a través de leyes como la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales o el Código Orgánico de la Función Judicial busca equilibrar el alcance e intereses de estos derechos; para ello se requirió al uso de leyes, normas y doctrinas para su análisis que, junto al método sintético-analítico, inductivo y deductivo sirvieron para comprender y delimitar de mejor manera los temas objeto de estudio y la información en general. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método para la evaluación del derecho de publicidad de procesos contra el reconocimiento del derecho al olvido en un ecuador constitucional. Se examinó la implementación del derecho al olvido, definición de información pública y el principio de publicidad, concluyendo que, Ecuador enfrenta el reto de desarrollar un marco legal sólido que proteja tanto la transparencia y rendición de cuentas como la privacidad y la dignidad de las personas en la era digital. Los jueces y legisladores deben considerar cuidadosamente los casos concretos y buscar soluciones que equilibren estos derechos fundamentales.

Palabras Claves: AHP de Saaty y Topsis, números neutrosóficos, Derecho, publicidad, información, procesos.

Abstract. The nature of the Ecuadorian legal system contemplates fundamental rights and seeks to implement new rights that have emerged in recent years. However, these actions must respect the fundamental rights already established; an area of particular tension is the conflict between the right to access information, specifically judicial processes, and the right to be forgotten. The research therefore sought to analyze how Ecuador, through laws such as the Organic Law on the Protection of Personal Data or the Organic Code of the Judicial Function, seeks to balance the scope and interests of these rights; to do so, the use of laws, norms and doctrines was required for its analysis, which, together with the synthetic-analytical, inductive and deductive method, served to better understand and delimit the topics under study and information in general. The present research aims to develop a method for the evaluation of the right to publicity of processes against the recognition of the right to be forgotten in a constitutional Ecuador. The implementation of the right to be forgotten, the definition of public information and the principle of publicity were examined, concluding that Ecuador faces the challenge of developing a solid legal framework that protects both transparency and accountability as well as the privacy and dignity of people in the digital age. Judges and legislators must carefully consider specific cases and seek solutions that balance these fundamental rights.

Keywords: AHP by Saaty and Topsis, neutrosophic numbers, law, advertising, information, processes.

1 Introducción

Es bien conocido que el derecho, en todas sus ramas se encuentra en constante evolución, y el derecho en Ecuador no es la excepción. Así, el ordenamiento jurídico ecuatoriano se ha visto en la necesidad de actualizar su normativa a las tendencias, no solo regulación e implementación de normas, y en ocasiones codificar nuevas ramas del derecho, como es el caso de los derechos digitales.

Sin embargo, dada la naturaleza del derecho, es evidente que tras la implementación de nuevas normas, derechos, e incluso sistemas procesales, conexamente que ciertas normas ya establecidas se vean afectadas, limitadas, derogadas o en conflicto de intereses, en derecho conocido como las nomias, destacándose en nuestro días, la antinomia referente al principio y derecho constitucional del acceso a la información pública y el derecho al olvido, contextualizado en la contemporaneidad de los derechos digitales.

Así, dicha intersección entre el Derecho de Acceso a la información pública, procesos y el Derecho al Olvido plantea un dilema fundamental que requiere un análisis jurídico y constitucional detenido. Pues, el Derecho de Acceso, que se permite a las personas conocer cualquier documento e información que se considere de interés público, se contrapone en ocasiones al Derecho al Olvido, que busca la protección de individuos contra la permanencia indefinida de información perjudicial o irrelevante en medios de comunicación y archivos digitales. Esta antinomia se manifiesta en conflictos legales y éticos que desafían la capacidad del sistema legal para equilibrar el derecho a la información y la protección de la privacidad.

En primer lugar, el Derecho de Acceso, que se encuentra relacionado directamente con otros principios como el de publicidad, transparencia y demás consagra el derecho de las personas a controlar la información pública. Este derecho es crucial en un contexto donde la exposición mediática puede tener repercusiones significativas en la vida personal y profesional de los individuos. Sin embargo, este principio choca con el Derecho al Olvido, que busca mitigar los efectos perjudiciales de la información obsoleta o irrelevante que persiste en internet, afectando la dignidad y el bienestar de las personas a lo largo del tiempo.

Por otra parte, el Derecho al Olvido plantea desafíos particulares en un entorno digital donde la información es accesible de manera casi instantánea y puede permanecer indefinidamente en línea.

Bajo este contexto, la presente investigación busca analizar hasta qué punto la implementación de las nuevas tesis de derechos digitales como el derecho al olvido se enfrenta al desafío de conciliar con el derecho de acceso, derechos aparentemente contradictorios dentro de un marco legal coherente y efectivo. Por lo tanto, se examinará la normativa legal referente a estos derechos y principios, disposiciones conexas y los últimos casos nacionales respecto a la temática a abordar, para finalmente emitir conclusiones importantes para la continuación hacia normas equitativas y justas para toda la ciudadanía.

2 Proceso Analítico Jerárquico

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP Saaty) fue propuesto por Thomas Saaty 1980 [1]. Es uno de los métodos más extendidos para resolver problemas de toma de decisiones de múltiples criterios. Esta técnica modela el problema que conduce a la formación de una jerarquía representativa del esquema de toma de decisiones asociado. Esta jerarquía presenta en el nivel superior el objetivo que se persigue en la solución del problema y en el nivel inferior se incluyen las distintas alternativas a partir de las cuales se debe tomar una decisión. Los niveles intermedios detallan el conjunto de criterios y atributos considerados [2], [3, 33].

Este método puede aplicarse a situaciones que involucran factores de tipo técnico, económico, político, social y cultural. Es decir, pretende ser una herramienta científica para abordar aquellos aspectos que son difícilmente cuantificables, pero que a veces requieren una unidad de medida. Algunos autores plantean que el AHP no ha sido bien comprendido, ya que va más allá de ser una simple metodología para situaciones de elección. Se plantea entonces, que la mejor manera de entender el método es describir sus tres funciones básicas:

- Estructurar la complejidad,
- Medir en una escala
- Sintetizar.

El proceso se basa en varias etapas. La formulación del problema de la toma de decisiones en una estructura jerárquica y es la primera y principal etapa. Esta etapa es donde el tomador de decisiones debe desglosar el problema en sus componentes relevantes. La jerarquía básica está compuesta por: metas u objetivos generales, criterios y alternativas [4-6]. La jerarquía está construida de manera que los elementos sean del mismo orden de magnitud y puedan relacionarse con algunos del siguiente nivel.

En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de toma de decisiones [7], [8], [26, 32]. Los elementos que afectan la toma de decisiones son representados en el nivel intermedio, ocupando los criterios los

niveles intermedios. En el nivel más bajo se comprenden las opciones de decisiones [9], [10], [11, 25].

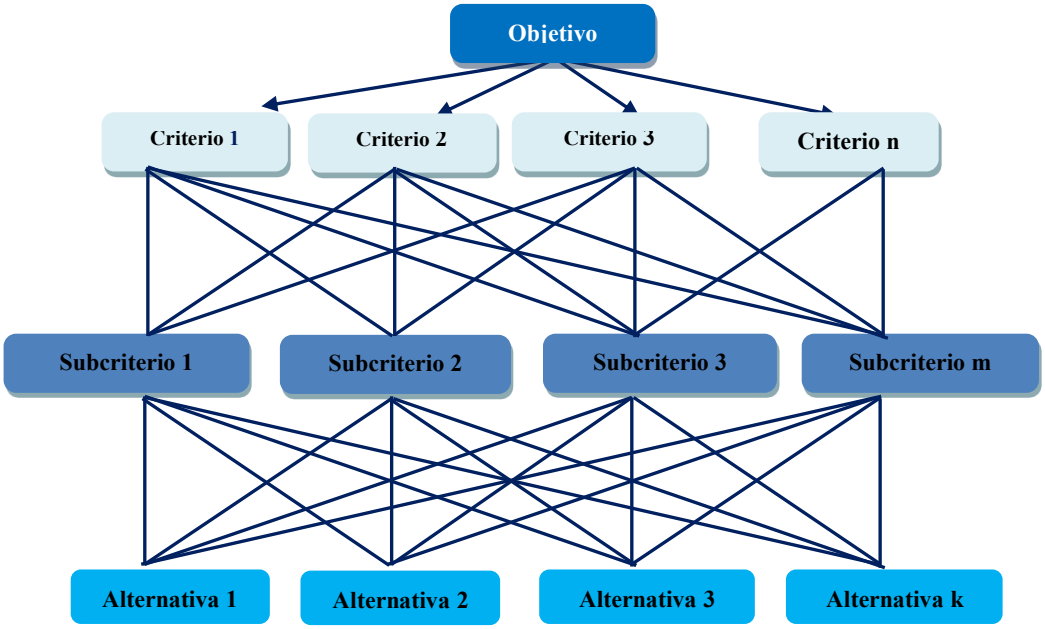


Figura 1. Proceso Analítico Jerárquico.

Una vez definida la estructura jerárquica, se comparan los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior. Para ello se utilizan matrices de comparación pareadas usando una Escala Fundamental [12-15], [26, 27]. Para el elemento 1 que fue calificado con fuerte dominancia sobre el elemento 2, se expresa como resultado en la posición a12, se coloca un 5 y recíprocamente en la posición de a21 se coloca 1/5.

Una representación de los modelos jerárquicos es posible mediante una representación con números neutrosóficos expresados como se muestra a continuación [7, 16, 25].

$$v\,(p)\ =\ (T,I,F) \tag{1}$$

Donde:

$N\ =\ \{(T,I,F)\ :\ T,I,F\ \subseteq\ [0,1]\}n$, es un valor neutrosófico que mapea un grupo de fórmulas proporcionales a N , por cada sentencia p. Para la selección de los atributos se emplea la escala lingüística propuesta por Sahin [17], [18], [19]. La Tabla 1 muestra la propuesta de etiquetas lingüísticas con sus respectivos valores numéricos [20]. La selección se realiza mediante las etiquetas lingüísticas que son sustituidas por sus términos equivalentes para realizar el procesamiento matemático. La tabla 1 muestra una escala para la evaluación mediante números neutrosóficos que hace una extensión de la propuesta por Saaty. [34, 35]

Tabla 1. La escala de Saaty traducida a una escala triangular neutrosófica.

Escala Saaty	Definición	Neutrosophic Triangular Scale
1	Igualmente influyente	$\tilde{1} = \langle((1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$
3	Ligeramente influyente	$\tilde{3} = \langle((2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$
5	Fuertemente influyente	$\tilde{5} = \langle((4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$
7	Muy fuertemente influyente	$\tilde{7} = \langle((6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$
9	Absolutamente influente	$\tilde{9} = \langle((9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$
2, 4, 6, 8	Valores intermedio entre dos escalas cercanas	$\tilde{2} = \langle((1,2,3);0.40,0.65,0.60\rangle$ $\tilde{4} = \langle((3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$ $\tilde{6} = \langle((5,6,7);0.70,0.25,0.30\rangle$ $\tilde{8} = \langle((7,8,9);0.85,0.10,0.15\rangle$

A continuación, se presenta un algoritmo para el cálculo de éste, el cual debe aplicarse para todos los criterios:

- Para cada línea de la matriz de comparación por pares determinar una suma ponderada con base a la suma del producto de cada celda por la prioridad de cada alternativa o criterio correspondiente.
- Para cada línea, dividir su suma ponderada por la prioridad de su alternativa o criterio correspondiente
- Determinar la media λ_{max} del resultado de la etapa anterior.
- Calcular el índice de consistencia (CI) para cada alternativa o criterio.

Por su parte, Saaty estableció que el Índice de Consistencia (CI) debería depender de λmax, el valor propio máximo de la matriz definió la ecuación $CI = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$, donde n es el orden de la matriz. Además, definió la Relación de Consistencia (CR) con la ecuación CR = CI/RI, donde RI se da en la Tabla 2.

Tabla 2. RI asociada a cada pedido

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Si CR≤0.1 podemos considerar que la evaluación de los expertos es suficientemente consistente y por lo tanto podemos proceder a utilizar en el Proceso Analístico Jerárquico Neutrosófico (NAHP).

El método TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) por sus siglas en inglés. Esta técnica se caracteriza por su eficacia y la simplicidad de su principio en la solución de problemas de decisión multicriterio. El problema consiste en encontrar la alternativa mejor evaluada. En el caso de TOPSIS, la selección se basa en encontrar la alternativa que se acerca más a la solución ideal y a su vez se aleja más a la peor solución. El método Topsis fue desarrollado por Hwang y Yoon en el año 1981. Permite combinar varios atributos heterogéneos en un índice adimensional único, y esto es debido a que muy posiblemente los atributos en evaluación estén expresados en unidades o escalas diferentes y se basa en el concepto de que la alternativa seleccionada debe tener la menor distancia euclidiana a una solución ideal y la mayor distancia euclidiana a una solución anti-ideal. Así, el orden de preferencia de las alternativas puede ser determinado mediante una serie de comparaciones de estas distancias. Ambas soluciones, la ideal y la anti-ideal, son soluciones ficticias [21, 25, 26].

La solución ideal es una solución para la cual todos los valores de los atributos corresponden a los valores óptimos de cada atributo contenido en las alternativas; la solución anti-ideal es la solución para la cual todos los valores de los atributos corresponden a los valores menos deseados de cada atributo contenido en las alternativas. De esta manera TOPSIS proporciona una solución que es no sólo la más cercana a una solución hipotéticamente mejor, sino también la más lejana a la hipotéticamente peor. A continuación, se describe el proceso:

1. Determinar el objetivo e identificar los atributos a evaluar.
2. Elaborar matriz con base en la información disponible sobre los atributos. Cada renglón corresponde a una alternativa y cada columna a un atributo. El elemento x_{ij} de la matriz representa el valor no normalizado del atributo j-ésimo para la i-ésima alternativa.
3. Calcular la matriz de decisión normalizada R_{ij}. Esto se obtiene al dividir cada valor del atributo x_j entre la raíz cuadrada de la sumatoria de los cuadrados de cada valor del atributo x_j. Esto se representa matemáticamente por la ecuación (1):

$$Rij = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{m=1}^{k} x_{mj}^2}} \quad (2)$$

4. Determinar la importancia relativa o peso para cada atributo con respecto al objetivo. Esto origina un conjunto de pesos wj (para j = 1, 2, … , j) tales que ∑wj = 1. Las ponderaciones se basan generalmente en juicios de expertos y deben reflejar la importancia relativa asignada a los atributos de desempeño evaluados. El rango de valores posibles de wj sólo estará limitado por la capacidad de los elementos del grupo de decisión para distinguir la importancia relativa de los atributos de rendimiento analizados.
5. Obtener la matriz normalizada y ponderada Vij. Esto se hace multiplicando cada elemento de las columnas de la matriz R ij por su peso correspondiente wj. Por lo tanto, los elementos de la matriz normalizada y ponderada son expresados por la ecuación 3:

$$V_{ij} = w_j * R_{ij} \quad (3)$$

6. Obtener la solución ideal y la anti-ideal: La solución ideal puede ser expresada como: (4) y la anti-ideal como (5). VJ+ indica el valor ideal del atributo considerado entre los valores de los atributos para las diferentes alternativas, mientras que VJ- indica el peor valor del atributo considerado entre los valores de los atributos para las diferentes alternativas.

$$V^{+} = \{V_1^{+}, V_2^{+}, V_3^{+}, \ldots., V_j^{+}\} \quad (4)$$

$$V^{-} = \{V_1^{-}, V_2^{-}, V_3^{-}, \ldots., V_j^{-}\} \quad (5)$$

7. Calcular las distancias euclidianas de cada alternativa a las soluciones ideal y anti-ideal mediante las siguientes ecuaciones:

$$D_i^{+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{j} (V_{ij} - V_j^{+})^2} \quad (6)$$

$$D_i^{-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{j} (V_{ij} - V_j^{-})^2} \quad (7)$$

8. La cercanía relativa Pi de una alternativa en particular a la solución ideal se expresa mediante (8):

$$P_i = \frac{D_i^{-}}{(D_i^{+} + D_i^{-})} \quad (8)$$

9. En este paso se genera un conjunto de alternativas en orden descendiente según el valor de Pi teniendo como mejor alternativa aquella con el valor más alto de Pi.

3 Resultados y discusión

Se diseñaron encuestas para los expertos con el objetivo de determinar los criterios sobre los cuales evaluar el derecho de publicidad de procesos contra el reconocimiento del derecho al olvido en un ecuador constiucional (alternativas) figura 2. A continuación, se presenta la tabla resultante con los pesos luego de haber efectuado la matriz de comparación binaria del AHP Saaty (ver tabla 3, 4 y 5).

Tabla 3. Matriz A de comparación por pares de los criterios

Criterios	Interés público y transparencia judicial	Derecho a la rehabilitación y reintegración social	Proporcionalidad y ponderación de derechos	Temporalidad y pertinencia de la información
Interés público y transparencia judicial	0.5	0.5	1	0,5
Derecho a la rehabilitación y reintegración social	0,1	0,1	1	3
Proporcionalidad y ponderación de derechos	0,5	0,5	1	0
Temporalidad y pertinencia de la información	2.9	3	4	1
Suma	**4,00**	**4,1**	**4**	**4,60**

Tabla 4. Matriz Normalizada

Criterios	Interés público y transparencia judicial	Derecho a la rehabilitación y reintegración social	Proporcionalidad y ponderación de derechos	Temporalidad y pertinencia de la información	PESO
Interés público y transparencia judicial	0.125	0.125	0.25	0.125	0.15625
Derecho a la rehabilitación y reintegración social	0.025	0.025	0.25	0.75	0.2625

Criterios	Interés público y transparencia judicial	Derecho a la rehabilitación y reintegración social	Proporcionalidad y ponderación de derechos	Temporalidad y pertinencia de la información	PESO
Proporcionalidad y ponderación de derechos	0.125	0.125	0.25	0	0.125
Temporalidad y pertinencia de la información	0.725	0.75	0.25	0.25	0.49375

Tabla 5. Análisis de la consistencia del ejercicio

Criterios	A x Peso	Valores propios aprox
C1	0.15625	0.016
C2	0.2625	0.026
C3	0.125	0.012
C4	0.49375	0.049
Valor propio= 4	IC=0.04	RC=0.04<0.10 Consistente

Para determinar las alternativas claves a potenciar las soluciones y eliminar las fallas del sistema existentes se debe seguir la siguiente jerarquización:
C4>C2> C1>C3>, según la modelación de AHP de Saaty.
La modelación del AHP Saaty define como factor de mayor nivel jerárquico a:

- Temporalidad y pertinencia de la información y
- Derecho a la rehabilitación y reintegración social

Una vez calculado los pesos se decide aplicar la técnica Topsis para la evaluación de los enfoques, sobre los criterios antes mencionados, se utilizan los pesos resultantes del AHP de Saaty. A continuación, se exponen los resultados (ver tabla 6, 7 y 8):

Tabla 6. Matriz normalizada

Alternativas /Criterios	Interés público y transparencia judicial	Derecho a la rehabilitación y reintegración social	Proporcionalidad y ponderación de derechos	Temporalidad y pertinencia de la información
Igualdad de condiciones	0,512148	0,346410	0,544331	0,369274
Respeto constitucional	0,640184	0,577350	0,680414	0,492366
Contradicción	0,256074	0,461880	0,272166	0,615457
Estabilidad en el empleo	0,512148	0,577350	0,408248	0,492366

Tabla 7. Matriz normalizada ponderada

Alternativas /Criterios	Interés público y transparencia judicial	Derecho a la rehabilitación y reintegración social	Proporcionalidad y ponderación de derechos	Temporalidad y pertinencia de la información
Interés público y transparencia judicial	0,138280	0,086603	0,125196	0,092319
Derecho a la rehabilitación y reintegración social	0,172850	0,144338	0,156495	0,123091
Proporcionalidad y ponderación de derechos	0,069140	0,115470	0,062598	0,153864

Alternativas /Criterios	Interés público y transparencia judicial	Derecho a la rehabilitación y reintegración social	Proporcionalidad y ponderación de derechos	Temporalidad y pertinencia de la información
Temporalidad y pertinencia de la información	0,138280	0,144338	0,093897	0,123091
Pesos	0,27	0,25	0,23	0,25

Tabla 8. Cálculo de proximidad relativa a la solución ideal y orden

Alternativas	D+	D-	Ri	Orden jerárquico
Interés público y transparencia judicial	0,0672935	0,08843086	0,72021085	3
Derecho a la rehabilitación y reintegración social	0	0,15535351	0,8264397	1
Proporcionalidad y ponderación de derechos	0,10765255	0,09863626	0,4530614	4
Temporalidad y pertinencia de la información	0,03456996	0,13820474	0,80328609	2

Según lo expuesto en el ejercicio anterior, se deben establecer momentos para la aplicación correcta de las diferentes políticas para la evaluación del derecho de publicidad de procesos contra el reconocimiento del derecho al olvido en un ecuador constitucional. [36, 37]

4 Discusión

En Ecuador, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, más de la mitad de la población tiene acceso a las diferentes Tecnologías de la Información y la Comunicación, lo cual ha representado una gran transformación en diversos aspectos sociales, culturales, económicos y profesionales. [28, 29, 33]

Los adelantos tecnológicos, la transformación y la economía digital que favorecen el desarrollo de los países y propician una mejor calidad de vida del individuo, también ponen en riesgo sus derechos y libertades.

En la actualidad los nuevos entornos digitales han tenido un impacto significativo en el ámbito del derecho en Ecuador, modificando tanto la práctica legal como la legislación y la administración de justicia. Con la creciente cantidad de información digital, ha habido una necesidad de crear y fortalecer leyes de protección de datos personales. En Ecuador, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, promulgada en 2021, busca proteger la privacidad y los datos de los ciudadanos en el entorno digital. Por otro lado, las amenazas cibernéticas han llevado a la creación de normas y políticas específicas para la protección de sistemas informáticos y la información que contienen. Estas normativas buscan prevenir y sancionar delitos informáticos. La relevancia pública de la información viene determinada, tradicionalmente, por dos criterios: el objeto de la información y el carácter público o privado de los sujetos a los que se refiere la noticia [22, 25, 34].

Como se pudo observar, los nuevos entornos digitales han llevado a una evolución significativa del marco legal en Ecuador, esto con la finalidad de darle otra fuente de ayuda al derecho ecuatoriano y requiriendo la adaptación de leyes existentes y la creación de nuevas normativas para de esta manera abordar los desafíos y oportunidades que la tecnología presenta dentro de nuestro mundo del derecho.

Un ejemplo claro de esta evolución dentro de estos aspectos es el conocido “derecho al olvido”, donde se nos especifica que el mismo es trascendental que la gente tenga la posibilidad de borrar su información privada de los buscadores, bases de datos y directorios, ya que esto está vinculado con su derecho a la intimidad. En el país, este principio está reconocido en la ya mencionada Ley orgánica de Protección de Datos Personales. [35, 36]

Además, define a la información personal como “Dato que identifica o hace identificable a una persona natural, directa o indirectamente.” La misma norma aclara la distinción con información crediticia, de salud y demás; sin embargo, esta norma además regulará el derecho de rectificación y actualización de ser pertinente para el titular en un plazo de 15 días. Por otra parte, el derecho al olvido se codifica bajo la denominación de derecho a la eliminación, la cual menciona:

Derecho de eliminación.- El titular tiene derecho a que el responsable del tratamiento suprima sus datos personales, cuando: 1) El tratamiento no cumpla con los principios establecidos en la presente Ley; 2) El tratamiento no sea necesario o pertinente para el cumplimiento de la finalidad; 3) Los datos personales hayan cumplido con la finalidad para la cual fueron recogidos o tratados; 4) Haya vencido el plazo de conservación de los datos personales; 5) El tratamiento afecte derechos fundamentales o libertades individuales; 6) Revoque el consentimiento prestado o señale no haberlo otorgado para uno o varios fines específicos, sin necesidad de que medie justificación alguna; o, 7) Exista obligación legal. El responsable del tratamiento de datos personales implementará métodos y técnicas orientadas a eliminar, hacer ilegible, o dejar irreconocibles de forma definitiva y segura los datos personales. Esta obligación la deberá cumplir en el plazo de quince (15) días de recibida la solicitud por parte del titular y será gratuito.

Por otro lado, se analizará el Derecho de acceso ligado al Principio de Publicidad. Para definir que es información pública, es necesario remitirse a la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública, la cual se entenderá como:

Toda la información que emane o que esté en poder de las instituciones, organismos y entidades, personas jurídicas de derecho público o privado que, para el tema materia de la información tengan participación del Estado o sean concesionarios de éste, en cualquiera de sus modalidades […] .

Ahora bien, teniendo claro que información es de carácter público, y que, en concordancia con lo dispuesto en la Constitución de la República del Ecuador, art 91, existe una acción para garantizar el acceso a esta cuando ha sido denegada expresa o tácitamente, o cuando la que se ha proporcionado no sea completa o fidedigna. Ahora bien, este derecho de acceso a la información considerada pública se rige por varios principios, entre los cuales pertinentemente se analizará el principio de publicidad

Thomas Hobbes, define al principio de publicidad como aquel que pertenece a un poder supremo, que se emplea para dictar reglas comunes para todos y declararlas públicamente, para que cada uno sepa que puede ser llamado justo, injusto, bueno o malo; lo que debe ser hecho y que es posible, mientras que por otro lado lo que debería ser evitado, impidiendo así consecuencias [23, 26, 37].

Devis Echandía por su parte, lo define como el medio por el cual no debe existir justicia secreta, procedimientos ocultos, fallos sin antecedentes ni motivaciones; pero con ello, no todos los procesos necesariamente deberán ser públicos, ya que perjudicaría gravemente la marcha, especialmente en materias penales, es por ello su excepción [24, 30, 31].

Este principio de publicidad llegó para ser una completa garantía para todos los ciudadanos, posibilitando así observar de forma directa los actos procedimientos que se realicen dentro del ámbito procesal permitiendo de esta manera a la opinión pública controlar la forma de proceder de las juezas y jueces, haciendo efectiva así la responsabilidad que tienen dichos funcionarios. Como lo menciona Couture, dicho principio, constituye "el más precioso instrumento de fiscalización popular sobre la obra de magistrados y defensores". Surge, además, un compromiso por realizar y brindar un excelente servicio, justo, rápido y oportuno, en donde se actúe respetando a cabalidad las normas jurídicas establecidas.

La publicidad de los procesos judiciales es un principio fundamental del derecho que establece que los procedimientos judiciales deben ser accesibles y transparentes al público. Este principio se fundamenta en la idea de que la transparencia en el sistema de justicia ayuda a garantizar la imparcialidad y la rendición de cuentas, y a fortalecer la confianza pública en el sistema judicial.

En la normativa, se estipula lo siguiente:

Principio de Publicidad. - Las actuaciones o diligencias judiciales serán públicas, salvo los casos en que la ley prescriba que sean reservadas. De acuerdo con las circunstancias de cada causa, los miembros de los tribunales colegiados podrán decidir que las deliberaciones para la adopción de resoluciones se lleven a cabo privadamente. Solo podrán realizarse grabaciones oficiales de diligencias y audiencias que permitan la constancia procesal de las mismas. En ningún caso las audiencias podrán ser grabadas por medios de comunicación social. Se prohíbe a las juezas y a los jueces dar trámite a informaciones sumarias o diligencias previas que atenten a la honra y dignidad de las personas o a su intimidad.

Como se puede observar implica que las audiencias, juicios y otras etapas de los procedimientos judiciales sean accesibles al público y los medios de comunicación. Esto incluye la posibilidad de que cualquier persona pueda asistir a las audiencias judiciales, con ciertas excepciones cuando se trata de proteger la privacidad de las partes involucradas o la seguridad nacional.

1. Transparencia y Rendición de Cuentas: Permite que el público y los medios de comunicación supervisen el funcionamiento del sistema judicial, lo que ayuda a asegurar que los jueces y las partes involucradas actúen de manera justa y ética.

2. Confianza Pública: La apertura de los procesos judiciales contribuye a aumentar la confianza del público en el sistema judicial, mostrando que las decisiones se toman de manera imparcial y basada en la ley.

3. Educación y Conocimiento: Facilita que el público entienda mejor cómo funciona el sistema judicial, lo que

puede mejorar el conocimiento y la educación sobre el derecho y la justicia.

Entre las ventajas, se destaca que ayuda a garantizar que el proceso judicial sea visible y accesible, lo que promueve la confianza en el sistema de justicia, también la publicidad de los procesos puede actuar como un control para prevenir abusos de poder y asegurar que los procedimientos se lleven a cabo de manera justa y permite que el público y los futuros profesionales del derecho aprendan sobre el funcionamiento del sistema judicial.

Sin embargo, en algunos casos, la publicidad de los procesos puede poner en riesgo la seguridad de las partes involucradas, especialmente en casos de alto perfil o relacionados con el crimen organizado. Las personas involucradas en procesos judiciales pueden enfrentar estigmatización social debido a la exposición pública de sus casos, incluso si son finalmente absueltas.

Básicamente se puede decir que, la publicidad de los procesos judiciales es un principio crucial para la transparencia y la rendición de cuentas en el sistema judicial, aunque debe equilibrarse con la protección de la privacidad y la seguridad de las partes involucradas. En Ecuador, este principio está garantizado por la ley, con excepciones adecuadas para situaciones específicas.

En el Ecuador, existen diversos principios y derechos fundamentales consagrados no solo en la Constitución, sino también en los instrumentos internacionales de derechos humanos ratificados por el estado, dentro del ámbito del derecho y la administración de justicia se destaca el derecho a la publicidad de los procesos judiciales y el derecho al olvido. Ambos tienen implicaciones significativas para la transparencia, la privacidad, la rendición de cuentas y la rehabilitación social.

El Derecho a la Publicidad en la Constitución de la República del Ecuador establece que la administración de justicia debe ser pública, con el fin de garantizar la transparencia y la rendición de cuentas, en el Código Orgánico de la Función Judicial, reglamenta la publicidad de los procesos judiciales, permitiendo el acceso del público y los medios de comunicación a las audiencias y decisiones judiciales, con ciertas excepciones.

Por otro lado, Derecho al Olvido la Constitución de la República del Ecuador establece el derecho a la privacidad y a la protección de los datos personales, A su vez, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, regula el tratamiento de los datos personales y establece el derecho al olvido, permitiendo a las personas solicitar la eliminación de información que ya no sea relevante o necesaria.

El derecho a la publicidad y el derecho al olvido pueden entrar en conflicto cuando una persona involucrada en un proceso judicial desea eliminar información pública sobre su caso, mientras que la transparencia y la rendición de cuentas requieren que dicha información permanezca accesible.

Para lo cual como posibles soluciones se podría mencionar criterios de Relevancia y Tiempo, establecer criterios claros sobre la relevancia y el tiempo que debe pasar antes de que una persona pueda solicitar el derecho al olvido en relación con procesos judiciales.

Protección de Casos Sensibles, implementar excepciones en la publicidad para casos sensibles, protegiendo la privacidad de las partes involucradas sin comprometer la transparencia general del sistema judicial.

Mecanismos de Equilibrio, crear mecanismos que equilibren ambos derechos, como la anonimización de las partes involucradas en ciertos casos o la restricción del acceso a información judicial después de un período determinado.

La discusión entre el derecho a la publicidad y el derecho al olvido en Ecuador refleja la necesidad de equilibrar la transparencia y la rendición de cuentas con la protección de la privacidad y la rehabilitación social. Aunque ambos derechos son fundamentales, es esencial establecer un marco legal y normativo que permita su coexistencia y asegure que se respeten adecuadamente, protegiendo tanto la justicia como los derechos individuales en la era digital

5 Conclusión

El derecho de publicidad está vinculado obligatoriamente con los principios de libertad de expresión y el acceso a información, fundamentales en una sociedad democrática, por otro lado, el derecho al olvido se deriva del derecho a la privacidad y a la protección de datos personales, permitiendo a los individuos controlar la divulgación de información personal en internet y otros medios.

La antinomia surge cuando el derecho a la publicidad entra en conflicto con el derecho al olvido. La divulgación de información que puede ser de interés público puede afectar la privacidad y reputación de las personas, quienes pueden desear que ciertos datos sean eliminados o des indexados de los motores de búsqueda.

Las tecnologías de la información y comunicaciones actualmente ostentan un papel preponderante, tanto en la vida privada como en las actividades profesionales, así como en el espacio público en general. Justamente esta particular importancia acarrea también grandes retos económicos, políticos-culturales y sociales.

En Ecuador, la Constitución reconoce ambos derechos, lo que implica un desafío para los jueces y legisladores al equilibrar estos derechos en casos concretos. De la misma manera, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales de Ecuador incluye disposiciones que permiten a los individuos solicitar la eliminación de información personal en ciertos casos, pero también establece excepciones para la información de interés público.

Los tribunales deben considerar varios factores al resolver la antinomia, como la relevancia pública de la información, el tiempo transcurrido desde la publicación, el impacto en la vida privada del individuo y la veracidad de la información. Se necesita un enfoque equilibrado que proteja tanto la libertad de expresión y el derecho a la información como el derecho a la privacidad y la dignidad de las personas.

Es crucial la formación y actualización constante de jueces y abogados en materia de derechos digitales y protección de datos para manejar adecuadamente estos conflictos, además de que la legislación debe ser clara y precisa en cuanto a las circunstancias y procedimientos para ejercer el derecho al olvido, evitando interpretaciones ambiguas que puedan afectar la libertad de prensa y el acceso a la información.

En conclusión, la antinomia entre el derecho de publicidad y el derecho al olvido en el ordenamiento jurídico ecuatoriano requiere un equilibrio cuidadoso y contextualizado, considerando tanto la protección de los derechos fundamentales de los individuos como la preservación de la libertad de expresión y el acceso a la información nuestra como individuos, además de que nosotros mismos también debemos apoyar a su construcción lógica y sistematizada para que se logre un avance, de manera tal que no afecte los intereses, derechos y garantías de las personas.

Referencias

[1] T. L. Saaty, *Toma de decisiones para líderes*: RWS Publications, 2014.

[2] A. Arquero, M. Alvarez, and E. Martinez, "Decision Management making by AHP (analytical hierarchy process) trought GIS data," *IEEE Latin America Transactions,* vol. 7, no. 1, pp. 101-106, 2009.

[3] S. E. López Cuenca, "Análisis de factibilidad y pertinencia del programa de Maestría en Administración de Empresas con mención en Innovación mediante el modelo AHP difuso," Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Comercial., 2017.

[4] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.

[5] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.

[6] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.

[7] 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.

[8] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[9] C. Tubet Abramo, "Diseño de una metodología de evaluación de la sostenibilidad del Mix Eléctrico Nacional, basada en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP)," 2016.

[10] F. Smarandache, "Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Florentin Smarandache Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics," 2017.

[11] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[12] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[13] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.

[14] N. ValcÃ, and M. Leyva-VÃ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, pp. 45-51, 2018.

[15] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.

[16] 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.

[17] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[18] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[19] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[20] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[21] R. G. Ortega, M. L. Vázquez, J. A. S. Figueiredo, & , and A. Guijarro-Rodriguez, "Sinos river basin social-environmental prospective assessment of water quality management using fuzzy cognitive maps and neutrosophic AHP-TOPSIS.," *Neutrosophic Sets and Systems, 23, 160–171*, 2018.

[22] F. J. A. Martínez, and J. M. G. Muñoz, "Turbulencias políticas en la primera guerra carlista (Ávila, 1833-1836)," *Albahri entre oriente y occidente: Revista independiente de estudios históricos*, no. 5, pp. 93-144, 2019.

[23] E. J. V. Peralta, and A. F. Z. Vázquez, "Análisis del derecho al olvido frente a la información negativa en el ordenamiento jurídico ecuatoriano," *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional,* vol. 5, no. 7, pp. 896-920, 2020.

[24] P. A. Herrera Naranjo, "Derecho al Olvido y Sociedad de la Información," Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, 2019.

[25] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.

[26] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.

[27] Vallejo Lalangui, R. E. "Inaplicación de los principios que rigen el derecho a la Seguridad Social y su incidencia en la vulneración de derechos constitucionales de los afiliados, en el cantón Guayaquil, año 2020" (Master's thesis), 2022.

[28] Díaz Coba, M. P. "El procedimiento abreviado vulnera el Derecho Constitucional a la no autoincriminación en el cantón Otavalo, año 2020". (Master's thesis), 2022.

[29] Ayon Tovar, A. B. "La supresión de puestos de trabajo en el sector público, y su afectación en los derechos constitucionales, en los ríos, en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[30] Huera Ayala, M. A. "El bloqueo de la cédula de ciudadanía por supuesta doble inscripción vulnera el derecho a la identidad en los habitantes de la ciudad de Tulcán en el año 2020". (Master's thesis), 2022.

[31] Pérez Ortiz, B. M. "La eutanasia, en enfermedades terminales un derecho a tomar decisiones libres, informadas y voluntarias sobre la vida en el Ecuador, año 2020. "(Master's thesis), 2022.

[32] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[33] Goyes García, J. F., Romero Fernández, A. J., Alfonso González, I., & Latorre Tapia, L. F. "Desgaste emocional de docentes universitarios en entornos virtuales de formación en período de contingencia sanitaria". Conrado, vol. 17 núm. 81, pp 379-386, 2021.

[34] Torres, G. A. F., Torres, D. A. F., & Fernández, A. R. "Propuesta de instrumento para evaluar la calidad de los servicios y satisfacción de los usuarios en el proceso de inscripción de una institución de educación superior". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2019.

[35] Fernández, A., González, C., Moncada, J., Pearson, G., Picado, M., & Salas, R. "Normas nacionales. Componentes de salud física: Estudiantes costarricenses entre 8 y 17 años". Baula, 2001.

[36] Fernández, A. R., Carballido, R. M., & Herrera, A. A. "Números neutrosóficos de valor único y proceso analítico jerárquico para la discriminación de proyectos". Investigación Operacional, vol. 751, pp 151-191, 2020.

[37] Romero Fernández, A. J., & Álvarez Gómez, G. "Pertinencia de la maestría en Gerencia de Salud de la Universidad Regional Autónoma de los Andes". Educación Médica Superior, vol. 32 núm. 1, pp 18-33, 2018.

Recibido: Septiembre 25, 2024. Aceptado: Octubre 17, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Lógica difusa neutrosófica para medir los parámetros geométricos de motores de combustión interna en función requerimientos de potencia

Neutrosophic fuzzy logic for measuring the geometrical parameters of internal combustion engines as a function of power requirements

Giovanny Vinicio Pineda Silva[1], José Pablo Proaño Remache[2], Esteban Fernando López Espinel[3], and Jorge Andrés Rodas Buenaño[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.giovannypineda@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; josepr93@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.estebanle84@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.jorgerb85@uniandes.edu.ec

Resumen. En el Ecuador existe un nulo proceso de manufactura de motores de combustión interna con fines de movilidad desencadenando en que los vehículos pesados ingresen al mercado con precios más elevados. Otra preocupación es el poco interés de los ingenieros automotrices hacia el diseño de máquinas térmicas en parte debido al laborioso trabajo de cálculo y recálculo que es requerido. Una forma de solucionar ambos problemas es la incorporación a nivel local de una herramienta computacional que sea de fácil acceso tanto para estudiantes como profesionales en la que el dimensionamiento inicial de un motor MAE se realice de forma automática y rápida. En este trabajo se consiguió desarrollar e implementar de forma correcta dicha herramienta de cálculo mediante la aplicación de fórmulas de los diferentes ciclos del motor diésel en base a las características de un autobús de la marca Mercedes Benz y el uso de un lenguaje de programación para que de esta forma pueda ayudar a muchas otras personas en sus estudios y campos laborales. Esta investigación se centra en el empleo de la Lógica Difusa neutrosófica para medir los parámetros geométricos de motores de combustión interna en función requerimientos de potencia.

Palabras Claves: números neutrosófico, motor, cálculo, dimensionamiento.

Abstract. In Ecuador there is no manufacturing process for internal combustion engines for mobility purposes, which leads to heavy vehicles entering the market at higher prices. Another concern is the low interest of automotive engineers in the design of thermal engines, partly due to the laborious calculation and recalculation work required. One way to solve both problems is the local incorporation of a computational tool that is easily accessible to both students and professionals, in which the initial sizing of an MAE engine is carried out automatically and quickly. In this work, it was possible to develop and implement this calculation tool correctly by applying formulas for the different diesel engine cycles based on the characteristics of a Mercedes Benz bus and the use of a programming language so that it can help many other people in their studies and work fields. This research focuses on the use of Neutrosophic Fuzzy Logic to measure the geometric parameters of internal combustion engines based on power requirements.

Keywords: neutrosophic numbers, motor, calculation, dimensioning.

1 Introducción

En el Ecuador existen varias empresas dedican al diseño de autopartes; sin embargo, no se dedican al desarrollo de motores de combustión interna debido a la falta de curiosidad y de interés que existe en el sector automotriz. Afortunadamente con el pasar del tiempo surgen cada vez más ingenieros que se atreven a incursionar en este campo y desarrollan distintos métodos de diseño de motores de vehículos, así como sus sistemas auxiliares. El proceso de diseño de un motor de combustión interna para vehículos es un proceso largo y abarca varios campos de estudio, pero el primer paso consiste en un prediseño, donde se evalúa una serie de características químicas y

físicas de todo el proceso de combustión. Es muy importante conocer los parámetros de un motor ya que son ellos los que guían todo el proceso de diseño y manufactura de este.

La mayoría de los estudios se han enfocado en el desarrollo de aplicaciones y herramientas computacionales de motores de ciclo Otto, no existen muchos cuyo fin de estudio sean los motores Diésel. Según [1]en el año 2023, se realizó la adquisición de 879 unidades de autobuses en todo el país, representando un incremento del 51,3% con respecto al 2022, y la mayor parte de esos vehículos poseen un motor fabricado en otro país y su diseño está adaptado a esas condiciones. El presente documento plantea una propuesta donde se evidencia una metodología inicial para el proceso de diseño de motores MAE de acceso libre para que todas las empresas interesadas tomen el riesgo y la iniciativa de manufacturar motores en base a las condiciones ambientales del país local.

De acuerdo con [2] un motor de combustión interna es una máquina capaz de transformar la energía química de la gasolina en energía térmica mediante la combustión y transformarla finalmente en energía mecánica. Es ésta última la que se aprovecha para realizar un trabajo, en el caso de un vehículo, se la aprovecha para mover ruedas y generación eléctrica para recargar las baterías que alimentan el sistema de encendido. En el sector automotriz se distinguen dos clases diferentes de motores, los de ciclo OTTO y Diésel el cual es tratado en el presente documento.

Actualmente existen varios documentos e investigaciones donde se aborda el tema de los distintos parámetros efectivos del motor y su consecuente dimensionamiento. En [3] realizaron un proyecto en el que sintetizan todo el proceso y metodología del dimensionamiento inicial de un motor genérico de combustión interna. Se obtuvo los valores de los distintos parámetros de la combustión como temperatura, presión en cada ciclo del motor. Así mismo se empleó una herramienta computacional que facilite la realización de cálculos. Es un trabajo realizado en el país de Colombia.

Los estudiantes de ingeniería de Ecuador también han demostrado creatividad e innovación al momento de automatizar el proceso de dimensionamiento de motores mediante el desarrollo de aplicaciones móviles para celulares inteligentes, facilitando el trabajo de futuros ingenieros automotrices. En [4] consiguieron desarrollar de forma exitosa una aplicación móvil con fines educativos pues está llena de información sobre los distintos parámetros geométricos de los motores de combustión interna. También permite realizar cálculos de acuerdo a una serie de datos de entrada. Los parámetros que permite calcular el programa son la cilindrada, carrera, diámetro, entre otros. En el documento analizado se enfatiza la importancia y grandes ventajas que las nuevas tecnologías aportan al estudio de motores de combustión interna.

En [5] desarrollaron una herramienta computacional que es capaz de analizar la termodinámica de un motor de ciclo Otto. El programa permite conocer aspectos importantes como la presión efectiva, indicada, eficiencia volumétrica, consumo de combustible, eficiencia térmica, entre otros. Esta herramienta es de mucha utilidad para estudiantes de motores de combustión interna ya que permite saber de forma automática y rápida todos los valores necesarios para el diseño termodinámico del motor.

También se ha desarrollado programas de estudio de motores de combustión interna de encendido provocado. Tal es el caso de [6] que desarrollaron una herramienta computacional de análisis del comportamiento de un motor. Esta interfaz permite que el usuario ingrese los datos del motor como diámetro, carrera, potencia, torque, entre otros para poder obtener la cilindrada del motor, las temperaturas y presiones máximas de cada ciclo, calor, masa de aire, rendimiento y consumo de combustible. El programa permite realizar la comparación entre un ciclo Otto, CIMA y Atkinson.

Un motor diésel conocido como motor MAE (motor de autoencendido) es definido según [7] como un motor que produce la combustión mediante compresión de aire, el cual alcanza la temperatura de autoencendido del combustible que en este caso es el Diésel. Un motor MAE se diferencia de un Otto debido a que carece de un sistema de encendido externo, durante la admisión solo ingresa aire, y la gasolina ingresa mediante inyección directa [8, 54].

La dimensión de un motor de combustión interna está relacionada con una serie de parámetros como: diámetro del cilindro, carrera del pistón, cilindrada, cilindrada unitaria, número de cilindros, volumen de la cámara de combustión, longitud del cigüeñal. Dependiendo de las dimensiones que adopte cada parámetro la potencia del motor aumentará o disminuirá [9, 55].

La eficiencia de la combustión depende del combustible utilizado y los motores MAE necesitan uno cuya resistencia a la auto detonación sea muy baja y ese es el Diésel o Gasoil (C12H26). Posee una densidad de 850 kg/m3 y un poder calorífico de 42600 kJ/kg [10].

Otro elemento clave a tener en cuenta al momento de diseñar un motor es conocer el proceso de combustión que se realiza y cuáles son los productos a obtener. Un motor diésel presenta los siguientes gases de escape: monóxido de carbono, dióxido de carbono, agua, nitrógeno y oxígeno cada uno en distinta proporción [11, 56].

2 Preliminares

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}, $A : S \to \{0,1\}$, y se define con una función característica:

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

Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto [12], [13].

Un conjunto difuso A es una aplicación de un conjunto referencial S en el intervalo [0, 1]
$A: S \to [0,1]$, 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 [12], [14], [15, 53]. Por el contrario cuanto más cercano esté el valor a 1 más podemos asegurar la pertenencia del elemento al conjunto [16-18].

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 [19], [20], [21].

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 [22], [22], [23]. 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 [24, 25, 54]. Las funciones típicas de pertenencia más abordadas en la literatura científica son [26], [27], [28]:

Función Triangular, Función Trapezoidal, Función Gaussiana.

Función Triangular: Definido por sus límites inferior *a* y superior *b*, y el valor modal *m*, tal que $a < m < b$ [29], [30], [31], [32].

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

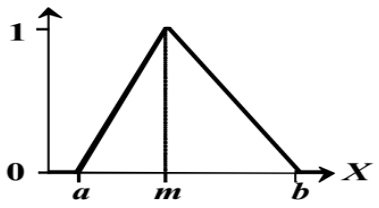


Figura. 1. Función triangular.

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 [33], [30],[34] .

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

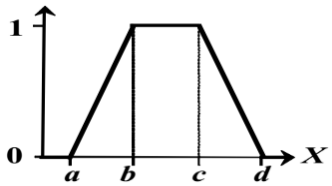


Figura. 2. Función trapezoidal.

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) [35], [36], [37, 53].

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

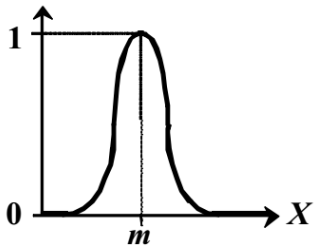


Figura. 3. Función gaussiana.

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 [38, 39, 53].

Las intersecciones ocurren en las conjunciones y las contribuciones, de forma parecida las uniones ocurren en las disyunciones y el global [40, 41, 57]. 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 [42]. 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 [43], [44, 58].

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 [45], [46], [47]. La figura 4 muestra un esquema de un sistema expresado mediante lógica difusa.

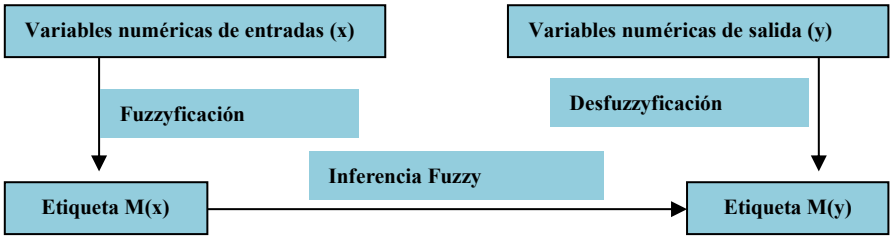


Figura. 4. Esquema de un sistema expresado mediante lógica difusa.

Los números neutróficos se definen como: un $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0,1]1n$, 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 y problemas de ingeniería, se realizó la propuesta de las Unidades Neutrosóficas de Valor Único. (SVN) [48],[49], [50, 53], que permiten el uso de variables lingüísticas [51], [52], [54], 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.

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

3 Método difuso neutrosófico para calcular los parámetros del motor de combustión

Según [5] se debe calcular varios parámetros efectivos y específicos del motor de combustión como aire, presión y temperatura de todos los ciclos: admisión , compresión, ignición, expansión y escape. Los parámetros más importantes en la metodología del diseño de motores son los valores de la temperatura y presión al final de cada proceso termodinámico del motor, medidos en Kelvin (K) y Kilopascales (kPa) respectivamente. Sin embargo, existen varios valores que se asumieron dependiendo de las respectivas necesidades del motor [9, 53].

Una vez identificados los parámetros del motor y la forma de calcularlos se debe considerar las propiedades iniciales, como la potencia y caracterización general del motor. En este estudio se procedió a dimensionar un motor que sea capaz de impulsar un autobús. Se utilizó como referencia los parámetros de un autobús de la marca Mercedes Benz de carrocería con modelo OF 1721, el cual presenta las siguientes características:

Tabla 1. Características del motor MAE

Variable	Símbolo	Magnitud	Unidad
Velocidad angular	n	2200	RPM
Potencia nominal	Ne	153	KW

En [2] se define a los ciclos termodinámicos de un motor Diesel de la siguiente forma: el ciclo de compresión y expansión es isentrópico; el suministro de calor es isobárico y el escape isobárico. Esto significa que para iniciar los cálculos empleando las ecuaciones y metodología empleada por [3], se debe conocer el valor de la presión y temperatura ambiental. Asumiendo de acuerdo a la zona geográfica donde se realizó el documento siendo los siguientes valores:

Tabla 2. Condiciones ambientales promedio

Variable	Símbolo	Magnitud	Unidad
Temperatura ambiente	To	293	K
Presión ambiente	Po	100	KPa

Temperatura al final de la admisión

$$T_a = \frac{T_k + \Delta T + \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r}$$

Donde

- T_a= Temperatura al final del proceso de admisión (K).
- T_k=Temperatura ambiental (K).
- ΔT=Variación de temperatura (asumido entre 20-40K).
- γ_r=Coeficiente de gases residuales (asumido entre 0,03-0.06).
- T_r=Temperatura de gases residuales (asumido entre 700-900K).

Presión al final de la admisión

$$P_a = Pk - (\beta^2 + \mathrm{E}_{ad}) \cdot \frac{wad^2}{2} \cdot \rho_k$$

Donde

- P_a= Presión al final del proceso de admisión (kPa).
- P_k=Temperatura ambiental (kPa).
- β=Coeficiente de amortiguamiento.
- E=Coeficiente global de resistencia del sistema de admisión.
- $\beta^2 + \mathrm{E}_{ad}$= Asumido entre 2,5-4.
- wad=Velocidad promedio de la mezcla (asumido entre 50-130m/s).
- ρ_k = Densidad del aire

Temperatura al final de la compresión

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1}$$

Donde

- T_c=Temperatura al final de la compresión (K)
- ε=Relación de compresión.
- n_1=Coeficiente politrópico de compresión (asumido entre 1,32-1,4)

Presión al final de la compresión

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1}$$

Donde:

- P_c=Presión al final de la compresión (kPa).

Temperatura al final de la combustión

$$T_z = \frac{\frac{1}{\beta}\left[\frac{\mathrm{E} \cdot H_u}{M_1(1+\gamma)} + u_{cm} + \lambda \cdot 8{,}314 \cdot T_c\right]}{\left(44{,}903 \cdot \frac{M_{CO_2}}{M_2} + 34{,}261 \cdot \frac{M_{H_2O}}{M_2} + 24{,}434 \cdot \frac{M_{N_2}}{M_2} + 26{,}343 \cdot \frac{M_{O_2}}{M_2}\right) + 8{,}314}$$

Donde

- T_z=Temperatura al final de la combustión (K).
- β=Coeficiente real de variación molecular.
- E=Grado de aprovechamiento de calor (asumido entre 0,7-0,85).
- H_u=Poder calorífico del combustible (42600kJ/kg).
- M_1=Cantidad de mezcla fresca (kmol).
- u_{cm}=Calor moral (kJ/kmol).
- λ=Grado de elevación de la presión (asumido entre 1,4-2,2).
- M_2=Cantidad de productos de combustión (kmol).
- M_x=Cantidad de cada producto de combustión (kmol).

Presión al final de la combustión

$$P_z = \lambda \cdot P_c$$

Donde:

- P_z=Presión al final de la combustión (kPa).

Temperatura al final de la expansión

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}}$$

Donde

- T_b=Temperatura al final de la expansión (K).
- δ=Grado de expansión ulterior.
- n_2=Coeficiente politrópico de expansión (asumido entre 1,18-1,28)

Presión al final de la expansión

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}}$$

Donde:
P_b=Presión al final de la expansión (kPa).

Cilindrada

$$V_h = \left(\frac{120 \cdot N_e}{\frac{P_e}{1000} \cdot n \cdot i}\right) \div 1000$$

Donde:

- V_h=Cilindrada unitaria (m^3).
- N_e=Potencia nominal (kW).
- n=Velocidad angular (RPM).
- i=número de cilindros

Diámetro del cilindro

$$D = \left(\sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_h}{\pi}}\right) \cdot 1000$$

Donde:

- D=Diámetro del cilindro redondeado a entero (mm).

Carrera

$$S = \left(\frac{S}{D}\right) \cdot D$$

Donde

- S=Carrera redondeado a entero (mm).
- S/D =Relación Carrera/Diámetro (asumido)

Longitud del codo

$$R = \frac{S}{2}$$

Donde:

- R=Longitud del codo redondeado a entero (mm).

Longitud del cigüeñal

$$L = \frac{R}{\left(\frac{R}{L}\right)}$$

Donde

- L=Longitud del cigüeñal redondeado a entero (mm).
- R/L=Relación Codo/Cigüeñal (asumido entre 0,25-0,3).

4 Resultados y discusión

Una vez diseñado el método neutrosófico, se procedió a elaborar el código de programación, para el cual se utilizó una interfaz gráfica facilitando su comprensión y utilización:

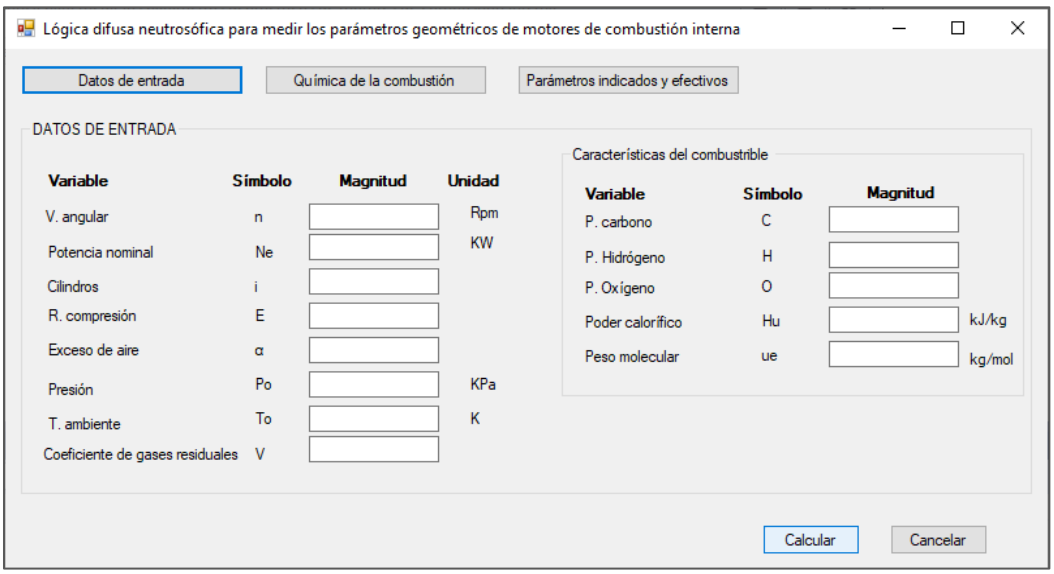


Figura 5. Interfaz gráfica del sistema computacional: Datos de entrada.

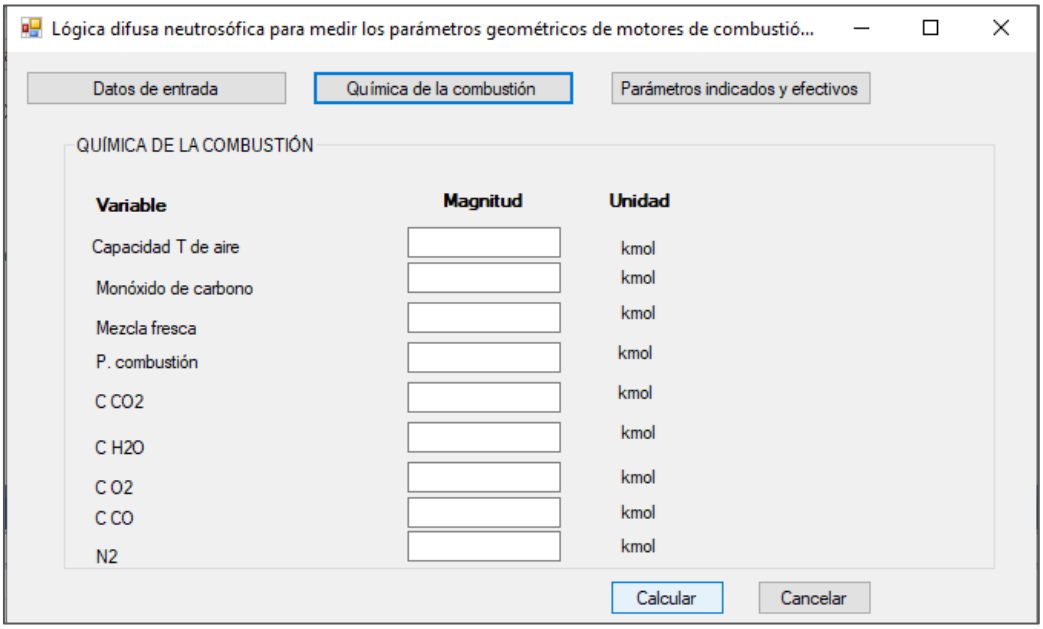


Figura 6. Interfaz gráfica del sistema computacional: Química de la combustión.

A continuación, se presentan todos los valores calculados por el programa de autoría propia. Los valores fueron asumidos de acuerdo a las condiciones del país y de acuerdo a los criterios establecidos. Finalmente, se procedió a dimensionar la cámara de combustión separada y no separada. Los resultados expresados en la Tabla 3, fueron calculados asumiendo que la cámara de combustión se encontraba separada dado que la mayoría de los motores MAE, optan por esto dado que reduce el tamaño general del motor.

Tabla 3. Dimensiones del motor.

Variable	Símbolo	Magnitud	Unidad
Cilindrada	Vh	0,0047	mm^3
Diámetro	D	182	mm
Carrera	S	182	mm
Veloc. Media	Vm	13,35	m/s
Codo	R	91	mm
Cigüeñal	L	337	mm

Se puede evidenciar que las dimensiones del motor están dentro del rango de valores normales y adecuados para un autobús, por lo tanto, para que el autobús tenga una potencia de 153kW a 2200PRM hay que tener presentes dichos valores al momento de fabricar el motor. Cabe recalcar que dichos valores se encuentran dentro de los valores más comunes para un motor de combustión interna diésel, los cuales tienden a ser grandes y robustos.

Así mismo la herramienta computacional desarrollada permite visualizar varios parámetros del motor al igual que otros trabajos los cuales mediante distintos métodos y herramientas consiguen calcular el tamaño del motor y la temperatura y presión al final de casa ciclo. [59, 60]

5 Conclusión

Un motor de combustión interna del ciclo diésel se encuentra presente en todos los vehículos pesados y poseen los siguientes ciclos termodinámicos: admisión, compresión, expansión y escape. El encendido del combustible se realiza mediante la compresión del aire hasta que alcance la temperatura de autoignición del diésel. El combustible es inyectado directamente en la cámara de combustión.

En base al análisis realizado se concluye que las herramientas computacionales son de mucha importancia para el diseño de motores de combustión interna pues agilizan todo el proceso. Así mismo permite visualizar todos los parámetros al mismo tiempo y analizar su comportamiento en distintas condiciones. Su impacto ha llegado a todos los rincones del mundo hasta el punto de que existen muchos software especializados en el desarrollo de estas herramientas.

Se consiguió diseñar un programa con la capacidad de calcular automáticamente las dimensiones de los principales componentes del motor MAE capaz de impulsar un autobús de la marca Mercedes Benz con modelo de chasis OF 1721 resultando en los siguientes valores. Se recomienda a todas las empresas automotrices que se inspiren en el presente documento para desarrollar sus propias herramientas o aplicaciones para diseñar de forma automática y rápida varios componentes automotrices, pero en especial motores de combustión interna, pues ese es el elemento más importante de un vehículo y es lo único que no tienen un desarrollo a gran escala. Si se consigue establecer la industria de desarrollo de motores térmicos se podrá desarrollar una industria automotriz cien por ciento ecuatoriano.

Referencias

[1] AEADE, “Anuario 2023. Quito: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador.,” 2023.

[2] J. J. P. Arregle, J. Galindo Lucas, J. V. Pastor Soriano, J. R. Serrano Cruz, J. A. Broatch Jacobi, J. M. Lujan Martinez, R. Payri Marín, and A. J. Torregrosa Huguet, *Procesos y tecnología de máquinas y motores térmicos*: Editorial Universitat Politècnica de València, 2020.

[3] E. Heano, C. A. Romero-Piedrahita, and H. Quintero, “Sistematización de los cálculos de prediseño de los motores de combustión interna,” *Revista UIS Ingenierías,* vol. 18, no. 3, pp. 47-58, 2019.

[4] J. J. Maza Manzanillas, and L. H. Zhañay Guapisaca, “Desarrollo de una aplicación móvil Android como herramienta de estudio de los parámetros geométricos de un motor de combustión interna alternativo,” 2022.

[5] S. Valencia-Cañola, K. Téllez-Soleimán, T. Kadowaki-Jiménez, and C. Bustamante-Chaverra, “Diseño de una herramienta computacional para el análisis termodinâmico de motores de combustión interna tipo Otto,” *Revista UIS ingenierías,* vol. 21, no. 1, pp. 43-55, 2022.

[6] G. A. Espinosa Chamba, and W. J. Aguirre Franco, “Desarrollo de un software para calcular los parámetros de torque y potencia en motores de encendido provocado utilizando una plataforma de programación y cálculo numérico,” 2023.

[7] J. L. Morocho Medina, and J. F. Nagua Uyaguari, “Análisis del comportamiento de motores de combustión interna ciclo Otto y Diésel durante el efecto producido por averías en el sistema electrónico,” 2019.

[8] E. J. Kates, and W. E. Luck, *Motores diesel y de gas de alta compresión*: Reverté, 2021.

[9] F. Payri González, and J. M. Desantes Fernández, *Motores de combustión interna alternativos*: Editorial Universitat politécnica de valencia, 2011.

[10] C. E. Erazo Mora, “Diagnóstico de Motores Diesel Mediante Análisis de Emisiones de Gases,” 2022.

[11] C. M. Y. Campus, S. L. P. Ayala, and L. C. Quishpe, “Características y factibilidad del sistema de inyección a Diesel: Una revisión bibliográfica,” *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional,* vol. 7, no. 9, pp. 1626-1641, 2022.

[12] L. A. Lumba, U. Khayam, and L. S. Lumba, "Application of Fuzzy Logic for Partial Discharge Pattern Recognition." pp. 210-215.

[13] 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.

[14] 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.

[15] 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.

[16] 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.
[17] 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.
[18] 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.
[19] 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.
[20] 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.
[21] 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.
[22] 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.
[23] 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.
[24] 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.
[25] 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.
[26] 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.
[27] 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.
[28] M. M. G. Lorenzo, and R. E. B. Pérez, "A model and its different applications to case-based reasoning," *Knowledge-based systems,* vol. 9, no. 7, pp. 465-473, 1996.
[29] 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.
[30] 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.
[31] G. Nápoles, I. Grau, and R. Bello, "Constricted Particle Swarm Optimization based algorithm for global optimization," *Polibits*, no. 46, pp. 05-11, 2012.
[32] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
[33] 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.
[34] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.
[35] 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.
[36] 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.
[37] A. Dorzhigulov, and A. P. James, "Deep Neuro-Fuzzy Architectures," *Deep Learning Classifiers with Memristive Networks*, pp. 195-213: Springer, 2020.
[38] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.
[39] R. Bello, A. Nowe, Y. Caballero, Y. Gómez, and P. Vrancx, "A model based on ant colony system and rough set theory to feature selection." pp. 275-276.
[40] 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.
[41] 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.
[42] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
[43] A. Motylska-Kuźma, and J. Mercik, "Fuzzyfication of Repeatable Trust Game." pp. 135-144.
[44] M. Kankaras, and I. Cristea, "Fuzzy Reduced Hypergroups," *Mathematics,* vol. 8, no. 2, pp. 263, 2020.
[45] 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.
[46] U. Shrivastav, S. K. Singh, and A. Khamparia, "A Nobel Approach to Detect Edge in Digital Image Using Fuzzy Logic." pp. 63-74.

[47] 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.

[48] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[49] 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.

[50] 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.

[51] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[52] 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.

[53] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.

[54] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.

[55] Vallejo Lalangui, R. E. "Inaplicación de los principios que rigen el derecho a la Seguridad Social y su incidencia en la vulneración de derechos constitucionales de los afiliados, en el cantón Guayaquil, año 2020" (Master's thesis), 2022.

[56] Díaz Coba, M. P. "El procedimiento abreviado vulnera el Derecho Constitucional a la no autoincriminación en el cantón Otavalo, año 2020". (Master's thesis), 2022.

[57] Ayon Tovar, A. B. "La supresión de puestos de trabajo en el sector público, y su afectación en los derechos constitucionales, en los ríos, en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[58] Huera Ayala, M. A. "El bloqueo de la cédula de ciudadanía por supuesta doble inscripción vulnera el derecho a la identidad en los habitantes de la ciudad de Tulcán en el año 2020". (Master's thesis), 2022.

[59] Pérez Ortiz, B. M. "La eutanasia, en enfermedades terminales un derecho a tomar decisiones libres, informadas y voluntarias sobre la vida en el Ecuador, año 2020. "(Master's thesis), 2022.

[60] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

Recibido: Septiembre 25, 2023. Aceptado: Octubre 18, 2023

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico multicriterio para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor

Neutrosophic multicriteria method to evaluate the effectiveness of music therapy in the treatment of depression in the elderly

María Fernanda Morales Gómez de la Torre[1], Elisabeth Germania Vilema Vizuete[2], and Elizabeth Angelita Lalaleo Chicaiza[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.mariamorales@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; direccionenfermeria@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ea.elizabethalc19@uniandes.edu.ec

Resumen. La musicoterapia es una intervención que reduce los niveles de depresión en los adultos mayores y ayuda a promover la salud utilizando rutinas musicales que permiten cambios en el contorno físico, cognitivo, psicosocial, y demás habilidades mejorando su autoestima, razón por lo cual esta investigación tuvo por objetivo determinar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento de la depresión del adulto mayor. La presente investigación propone un método neutrosófico multicriterio para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor. El tratamiento de la depresión en adultos mayores, ofreciendo beneficios que trascienden la mejora del estado de ánimo y abarcan aspectos cognitivos, emocionales así como sociales, ya que los estudios revisados evidencian que esta terapia auxilia en la reducción significativa de síntomas depresivos, fomenta pensamientos positivos, y mejora la autoestima y la calidad de vida general.

Palabras Claves: depresión, adulto mayor, tratamiento, musicoterapia**.**

Abstract. Music therapy is an intervention that reduces depression levels in older adults and helps promote health by using musical routines that allow changes in the physical, cognitive, psychosocial, and other skills, improving self-esteem. This research aimed to determine the effectiveness of music therapy in the treatment of depression in older adults. This research proposes a multicriteria neurosophic method to evaluate the effectiveness of music therapy in the treatment of depression in older adults. The treatment of depression in older adults offers benefits that go beyond improving mood and encompass cognitive, emotional, and social aspects, since the studies reviewed show that this therapy helps significantly reduce depressive symptoms, encourages positive thoughts, and improves self-esteem and overall quality of life.

Keywords: Depression, elderly, treatment, music therapy.

1 Introducción

La musicoterapia es una intervención que reduce los niveles de depresión en los adultos mayores ayuda a promover la salud utilizando rutinas musicales que permiten cambios en el contorno físico, cognitivo, psicosocial, y demás habilidades mejorando su autoestima, autonomía de esta manera las intervenciones crean en los adultos mayores pensamientos positivos y reactivos que hace que disminuya los síntomas depresivos como la tristeza, desesperanza, evita el aislamiento e irritabilidad. Mejorando de esta manera el bienestar y una buena calidad de vida [1].

Con el progreso del envejecimiento se observa la pérdida parcial de las diferentes funciones cognitivas principalmente problemas de la memoria, situaciones negativas como la perdida de amigos, familiares incapacidad de realizar diferentes actividades que con frecuencia realizaba estos aspectos hacen que el adulto mayor no logre soportar y es allí donde empieza a salir síntomas o problemas tocantes a la depresión [2].

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en un informe en el año 2021 estimo la depresión como un trastorno mental de temperamento afectivo con gran consecuencia y crecimiento a nivel mundial, este se caracteriza por generar cambios en los hábitos y en el estado de ánimo, los adultos mayores presentan dificultades físicas y cognitivas que implican negativamente en el diario vivir. La Asociación Americana de Psiquiatría por medio de la quinta edición del Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales estima que la depresión es un trastorno relacionado con el estado de ánimo que se fundamenta en la alteración del humor, esté a su vez se clasifica dependiendo de su temporalidad y origen [3].

La musicoterapia es una de los métodos que ha aportado grandes beneficios a los adultos mayores, entre los cuales encontramos la reducción de los niveles de depresión, estrés y ansiedad, se puede experimentar el mejoramiento de su estado emocional, aumentando su intervención y participación social mejorando de esta manera el bienestar y una buena calidad de vida [4].

Se la puede interpretar la musicoterapia de varias maneras donde se integran la parte funcional, emocional y psicosocial del adulto estas actividades pueden ser individual o grupales que dependerán del estado de ánimo de los adultos mayores, así como del sonido, ritmo, melodía y la armonía que les permitirá recordar ciertos momentos de su vida, facilitando la comunicación, expresión y la integración [5, 50]. La musicoterapia es el uso de la música y de sus elementos con el objetivo de facilitar, promover la comunicación, las relaciones la expresión o el aprendizaje con motivos terapéuticos, mientras que se satisfacen necesidades sociales, cognitivas y emocionales en los pacientes [6]. Es un tratamiento aplicado por algunos profesionales de otras disciplinas como la medicina, enfermería u odontología con el fin de lograr que los pacientes mejoren su estado psicológico y/o emocional permitiendo brindar una mayor claridad entorno a la musicoterapia como alternativa de intervención del trastorno de la depresión la musicoterapia es aún un tratamiento novedoso y, pero muy poco utilizada [7].

Mediante esta aplicación se reduce los niveles de depresión es una técnica donde se estimula y activan las áreas cerebrales promoviendo una mejoría en el estado emocional, social y cognitivo, a través de diferentes técnicas y métodos que se aplican en el proceso de la intervención la musicoterapia alivia y mejora signos de depresión, atreves de diferentes técnicas activas.

En el caso del adulto mayor experimentan cambios no solo físicos sino también cognitivos, sociales e incluso en el estilo de vida como el proceso de jubilación, presencia de enfermedades asociadas a la vejez, sensación de soledad por la partida de los hijos o muerte de su pareja, el programa de musicoterapia ayudara al fortalecimiento de la inteligencia emocional para mejor su estilo de vida [8, 51].

La musicoterapia ha sido una intervención que ha ganado auge en la comunidad científica debido a su capacidad y efectividad de reducir los niveles de depresión en personas de la tercera edad [9]. La musicoterapia resultó efectiva por el logro de cambios positivos en el estado emocional en personas prejubiladles del grupo estudio. La identificación prometedora de potencialidades en el lenguaje musical, con la utilización mínima de la palabra en la atención integral a personas en etapa de prejubilación, constituyó una novedad [10, 49].

Basado en las potencialidades de la musicoterapia, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico multicriterio para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

2 Diseño del método neutrosófico multicriterio para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor

Para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor se utilizó un método que basa su funcionamiento mediante números neutrosóficos para modelar la incertidumbre. Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, donde se modelan los indicadores para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor. El método utiliza para la inferencia la Ponderación Lineal Neutrosófica. Está diseñado mediante una estructura de tres actividades que en su conjunto determina el análisis de la prevalencia.

Actividad 1: Identificación los criterios para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

Representa el conjunto de criterios para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor. El conjunto de criterios representan un parámetro de entrada del método propuesto, se sustenta mediante un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots c_n\}$, $\mathrm{n} \geq 2$, indicadores que representan los criterios evaluativos.

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios.

El proceso de determinación de los pesos, representa la actividad que determinar los vectores de pesos asociados a los criterios. Representa un parámetro para el proceso de inferencia. Se basa en un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots e_m\},\ m \geq 2$, donde E, representa los expertos que determinan los vectores de pesos asociados a las habilidades.

Actividad 3: Evaluación de los criterios para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

La actividad representa el procesamiento del método de inferencia para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor. El procesamiento de los datos se realiza mediante la ponderación lineal neutrosófica [11], [12], [13] que constituye un método multicriterio [14-16]. La ponderación lineal neutrosófica representa una alternativa a los métodos multicriterios clásicos [17], [18], [50]. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 1.

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{1}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y *n* criterios [19-21]. Para cada criterio *j* el decisor estima cada alternativa *i*. Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio[22] [23], [24]. Se asigna un peso $W_j (j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j.

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [25],[26],[27]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [28], [29], [17, 18, 49]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [30-33]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [34-36], [50, 52]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 3.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)} \, r_{ij(T,I,F)} \tag{3}$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_j$. asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

r_{ij}: representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

3 Implementación del método para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor

A continuación se realiza una descripción de la corrida por etapa del método neutrosófico multicriterio para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

Actividad 1: Identificación los criterios para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

Para la presente investigación se consultaron 7 expertos a partir de los cuales se identificaron los criterios evaluativos. La tabla 2 muestra los criterios resultantes.

Tabla 1: Criterios evaluativos síntomas para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

No	Criterios evaluativos	Descripción
C_1	Mejora en el estado de ánimo y síntomas depresivos	Evaluar los cambios en los niveles de depresión a través de escalas clínicas estandarizadas como el Inventario de Depresión de Beck (BDI) o la Escala de Depresión Geriátrica (GDS). Una reducción significativa en los síntomas depresivos, como tristeza, apatía o desesperanza, sería un indicador positivo de la efectividad de la musicoterapia.
C_2	Mejora en la calidad de vida	Considerar el impacto de la musicoterapia en la calidad de vida general del adulto mayor, utilizando herramientas de evaluación como la Escala de Calidad de Vida para Adultos Mayores. La percepción de bienestar emocional, social, y físico es fundamental para determinar si la intervención tiene un efecto positivo duradero.
C_3	Adherencia y participación en la terapia	Medir el nivel de compromiso y participación del paciente en las sesiones de musicoterapia. Una alta tasa de adherencia y disfrute de la terapia sugiere que el tratamiento es aceptado y bien recibido por el paciente, lo que podría mejorar su eficacia.
C_4	Reducción de la medicación antidepresiva	Evaluar si el uso de medicamentos antidepresivos disminuye como resultado de la musicoterapia. Si los pacientes logran mantener o mejorar su estado emocional mientras reducen la dependencia de fármacos, esto indicaría que la musicoterapia está contribuyendo efectivamente al tratamiento de la depresión.

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

La actividad emplea un enfoque multiexperto para la determinación de los vectores de pesos asociados a los síntomas para determinar prevalencia. La actividad representa la base para el procesamiento de las inferencias. La tabla 2 muestra el resultado de los vectores de pesos atribuidos a los síntomas para determinar prevalencia.

Tabla 2: Pesos asociados a los criterios para evaluar los síntomas para determinar prevalencia.

Criterios evaluativos	Pesos neutrosófico asociados
C_1	(0.9, 0.1, 0.1)
C_2	(0.9, 0.1, 0.1)
C_3	(0.8,0,15,0.20)
C_4	(1,0,0)

Actividad 3: Evaluación de los criterios para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

Para obtener los resultados a partir de los métodos propuestos se hace uso de la Neutrosofía y en particular de la escala lingüística, S, vkj∈S, donde; S={s1,…,sg}, es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características ck utilizando los números Neutrosóficos de Valor Único (SVN), para el análisis de los términos lingüísticos resultantes. La escala de términos lingüísticos a utilizar se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Escala de términos lingüísticos.

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)

Basado en los resultados obtenidos, se utiliza la Neutrosofía para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor. El análisis se realiza a partir de la escala de términos lingüísticos y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Tabla para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor.

Criterios evaluativos	Etiqueta Lingüística	Valor Neutrosófico
C_1	Muy muy alta (MMA)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_2	Muy alta (MA)	(0.8,0,15,0.20)
C_3	Muy muy alta (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_4	Medianamente alta (MDA)	(0.60,0.35,0.40)

A partir de la Ponderación Lineal Neutrosófica propuesta para el método, se realiza el cálculo para el análisis de los síntomas para determinar prevalencia. La tabla 5 nuestra los datos y el resultado del procesamiento a partir del cálculo de la ecuación 3.

Tabla 5: Resultados del procesamiento.

Criterios evaluativos	Valor neutrosófico de preferencia	Vector de peso neutrosófico	Cálculo
C_1	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_2	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0,15,0.20)
C_3	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.85,0.15,0.15)
C_4	(0.9, 0.1, 0.1)	(1,0,0)	(0.95, 0.1, 0.1)
Inferencia			(0.9, 0.1, 0.1)

A partir de la inferencia obtenida se concluye que el análisis para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor para el caso objeto de estudio como muy alto con un índice de 0.90.

4. Discusión

La efectividad de la musicoterapia en inducir cambios positivos en el estado emocional también fue confirmada por León Martínez et al, quienes observaron mejoras significativas en personas prejubilarles, por lo que se aporta manifestando que la musicoterapia puede ser beneficiosamente extendida a etapas previas a la vejez, potenciando así su alcance y aplicabilidad en una gama más amplia de contextos y poblaciones [37, 49].

Adicionalmente, la investigación de Carol Daniela Oviedo y Raúl Hernández resalta que la musicoterapia, independientemente de si se aplica de forma grupal o individual, contribuye significativamente a la reducción de niveles de depresión en adultos mayores. Es por ello que se destaca la flexibilidad de la musicoterapia como intervención, permitiendo su adaptación a distintos contextos y necesidades individuales, y enfatiza la importancia del

número de sesiones, así como el seguimiento continuo para maximizar su eficacia [38, 53].

Se observa también un interés particular en cómo este tipo de terapia puede influir en la memoria y el recuerdo, aspectos críticos en la calidad de vida de esta población., ya que el estudio realizado por Moltrasio, Detlefsen, Domínguez, y Rubinstein resaltando que la música relajante puede empeorar el reconocimiento diferido, mientras que el ruido blanco mejora el recuerdo inmediato de imágenes positivas, sugiriendo que la memoria emocional se mantiene conservada en los adultos mayores y que la musicoterapia modula de manera distinta los recuerdos en comparación con los jóvenes. Esto abre nuevas vías para el uso terapéutico de diferentes tipos de música y sonidos en el tratamiento de la depresión, apuntando hacia la personalización de las intervenciones musicales basadas en las necesidades y respuestas individuales [39, 54].

La investigación de Sánchez Guio et al. Refuerza la noción de que la musicoterapia no solo beneficia el estado emocional de los pacientes, sino que también mejora aspectos como la agitación, el estrés, y la depresión en pacientes con demencia, favoreciendo la relajación y la respuesta emocional positiva. Estos resultados subrayan el papel de la musicoterapia en la promoción de una mejor calidad de vida para los adultos mayores, más allá de su impacto en la reducción directa de los síntomas depresivos. La musicoterapia ofrece un enfoque más holístico para el manejo de la salud mental en la vejez, abordando no solo los síntomas de la depresión sino también contribuyendo al bienestar general [40, 50].

Por otro lado, el estudio de Bejarano Rodríguez y Rojas Cabrera (2024) amplía el panorama sobre el papel de la musicoterapia en el adulto mayor, al identificar tres ámbitos principales de estudio: biológico-fisiológico, psicocognitivo, y emocional-social, siendo los dos últimos los más explorados, lo que resalta la multifaces de la musicoterapia, la cual no solo incide en el ánimo y las capacidades cognitivas de los pacientes, sino que también posee el potencial de afectar aspectos fisiológicos aún por explorar en profundidad. La inclusión de la musicoterapia en programas de tratamiento integrados para adultos mayores podría, por tanto, beneficiar una gama más amplia de áreas, incluyendo aquellas relacionadas con la salud física [41, 55].

Finalmente, el estudio de Logroño Padilla y Mejías indica que la musicoterapia reduce significativamente los niveles de ansiedad en adultos mayores, lo cual es especialmente relevante considerando la prevalencia de la ansiedad como comorbilidad en pacientes con depresión. Este efecto ansiolítico de la musicoterapia no solo mejora la calidad de vida de los adultos mayores, sino que también podría facilitar una mayor eficacia de otras intervenciones terapéuticas dirigidas a combatir la depresión. La recomendación de realizar investigaciones adicionales con instrumentos como el inventario STAI subraya la necesidad de entender mejor los mecanismos subyacentes a través de los cuales la musicoterapia ejerce sus efectos benéficos [42, 49].

Avanzando en la discusión, el análisis de la efectividad de la musicoterapia en el contexto de la pandemia de COVID-19, como se refleja en el estudio de Botero et al. Revela el potencial de esta terapia para ajustar los niveles de oxígeno en la sangre y mitigar la reacción al estrés en adultos mayores afectados por el SARS-CoV-2, siendo este hallazgo particularmente relevante dado el impacto psicosocial que la pandemia ha tenido en la población mayor, exacerbando condiciones como la depresión. La capacidad de la musicoterapia para proporcionar alivio en circunstancias tan adversas demuestra su versatilidad y efectividad como tratamiento no farmacológico, enfatizando la importancia de integrar enfoques terapéuticos innovadores en la respuesta a crisis sanitarias globales [43].

Por otra parte, el estudio de Rojas Romero sobre el impacto de la musicoterapia en personas con enfermedad de Parkinson destaca los beneficios emocionales de esta intervención, subrayando la mejora en el estado de ánimo y el bienestar psicológico, resaltando la complejidad de tratar la depresión en poblaciones con condiciones neurodegenerativas, donde la interacción entre síntomas físicos y psicológicos complica el manejo terapéutico. La eficacia de la musicoterapia en este contexto sugiere su potencial para ser aplicada en un espectro más amplio de condiciones patológicas que afectan a los adultos mayores, proporcionando una herramienta valiosa para mejorar la calidad de vida de este grupo vulnerable [44].

Además, la investigación de Coppari ilustra cómo la colaboración entre enfermeros y musicoterapeutas puede mejorar la memoria a corto plazo en adultos mayores sin deterioro cognitivo, lo cual no solo habla de la capacidad de la musicoterapia para influir positivamente en aspectos cognitivos, sino también de su valor en promover una atención integral y multidisciplinaria. La implicación de que la musicoterapia podría ser beneficiosamente implementada en programas de cuidado preventivo, así como de mantenimiento cognitivo resalta su rol en el soporte de la autonomía y la calidad de vida en la vejez [45].

El análisis de Manalai sobre la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento de la depresión en ancianos sugiere que los efectos de esta terapia son progresivos y se intensifican con el número de sesiones, siendo este patrón de respuesta subraya la importancia de un compromiso a largo plazo con la musicoterapia para observar mejoras significativas en los estados depresivos. Este tratamiento sostenido y gradual resalta la necesidad de integrar la musicoterapia dentro de un marco de cuidado continuo, enfatizando la musicoterapia no solo como una intervención puntual, sino como parte de un programa terapéutico extensivo adaptado a las necesidades de los adultos mayores [45].

La investigación realizada por Vargas (2022) en el estudio sobre estimulación multisensorial y musicoterapia

individual resalta cómo estas intervenciones pueden aliviar la agitación y mejorar el estado afectivo en pacientes con demencia grave. Este descubrimiento es fundamental para comprender el alcance de la musicoterapia más allá de la depresión, incidiendo también en trastornos cognitivos avanzados. La conservación de la capacidad de comprender música y de tocar instrumentos musicales en personas con deterioro cognitivo severo subraya la importancia de la música como un estímulo emocional y cognitivo resiliente, incluso en las etapas avanzadas de la demencia. Este enfoque no solo humaniza el cuidado brindado a esta población, sino que también ofrece vías para el mantenimiento de la conexión y la comunicación con pacientes que enfrentan desafíos significativos en la interacción y el entendimiento.

Adicionalmente, el trabajo de Blázquez Rubio et al., que explora los beneficios de la musicoterapia en la terapia ocupacional para la tercera edad, proporciona una perspectiva integral sobre cómo esta terapia puede mejorar los aspectos físico-motores, socioemocionales, cognitivos y conductuales de los adultos mayores, es así que se reconoce a la persona mayor en su totalidad, ofreciendo estrategias que fomentan no solo el bienestar mental, sino también la funcionalidad física y la integración social. La sinergia entre la musicoterapia y la terapia ocupacional destaca el potencial de intervenciones interdisciplinarias para enriquecer significativamente la calidad de vida de los adultos mayores [46].

Por otro lado, la investigación de Romero Pérez sobre los beneficios de la musicoterapia en la demencia del adulto mayor ofrece una visión alentadora de cómo la música puede mitigar una amplia gama de síntomas y alteraciones asociadas a diferentes tipos de demencia, ya que la preservación del procesamiento emocional vinculado a la música en personas con demencia sugiere que la musicoterapia puede ser una herramienta poderosa para evocar recuerdos autobiográficos y emociones, facilitando momentos de claridad y conexión en un contexto a menudo desorientador y aislante. Esto resalta la necesidad de adoptar métodos que respeten y aprovechen las capacidades remanentes en los adultos mayores con demencia, promoviendo intervenciones que mejoren su bienestar emocional y cognitivo [47].

Finalmente, el estudio de Jiménez-Palomares y Rodríguez-Mansilla profundiza en los beneficios cognitivos y conductuales de la musicoterapia en ancianos con demencia moderada, destacando mejoras en la fluidez verbal y la presión arterial sistólica, resaltando los beneficios psicológicos y emocionales. La capacidad de la musicoterapia para impactar en parámetros fisiológicos subraya su potencial como tratamiento no farmacológico y de rehabilitación, ofreciendo una alternativa o complemento a las terapias convencionales para el manejo de la demencia y sus síntomas asociados [48, 56].

5 Conclusión

A partir del desarrollo del método neutrosófico multicriterio para evaluar la efectividad de la musicoterapia en el tratamiento en la depresión del adulto mayor. La musicoterapia ha demostrado ser una intervención efectiva en el tratamiento de la depresión en adultos mayores, ofreciendo beneficios que trascienden la mejora del estado de ánimo y abarcan aspectos cognitivos, emocionales, y sociales, ya que los estudios revisados evidencian que esta terapia auxilia en la reducción significativa de síntomas depresivos, fomenta pensamientos positivos, y mejora la autoestima y la calidad de vida general, más aún, la musicoterapia promueve la expresión emocional y la conexión social, elementos fundamentales para el bienestar psicológico en la vejez, por lo que esta efectividad multidimensional subraya la capacidad de la musicoterapia para abordar las complejas necesidades de los adultos mayores, no limitándose solo a la dimensión afectiva de la depresión, sino extendiéndose a mejorar la funcionalidad cognitiva y el tejido social del individuo.

La investigación subraya la importancia de integrar la musicoterapia dentro de un marco de atención de salud mental más amplio para los adultos mayores, dada su eficacia, seguridad, y la ausencia de efectos secundarios adversos en comparación con los tratamientos farmacológicos, la musicoterapia emerge como un complemento esencial en el manejo integral de la depresión en esta población, asimismo, la evidencia sugiere que la musicoterapia puede ser particularmente valiosa en el contexto de intervenciones multidisciplinarias, trabajando en sinergia con otras modalidades terapéuticas para abordar de manera holística la salud mental y el bienestar en la tercera edad, dado que su implementación no solo puede mejorar los resultados terapéuticos sino también promover una mayor humanización del cuidado, respetando las preferencias y promoviendo la dignidad de los adultos mayores.

Referencias

[1] O. Vallés-Fructuoso, J. Rodríguez-Mondéjar, D. Alonso-Crespo, G. Robleda-Font, C. López-López, D. Gil-Castillejos, and M. Acevedo-Nuevo, "Diez puntos clave para la prevención, monitorización y tratamiento no farmacológico del delirio en el paciente crítico," *Enfermería Intensiva*, 2024.

[2] M. J. González-Ojea, S. Domínguez-Lloria, and M. Pino-Juste, "Eficacia de los programas de musicoterapia: un metanálisis cualitativo," *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional,* vol. 29, pp. e2976, 2021.

[3] M. Gómez-Romero, M. Jiménez-Palomares, J. Rodríguez-Mansilla, A. Flores-Nieto, E. M. Garrido-Ardila, and M. G. López-Arza, "Beneficios de la musicoterapia en las alteraciones conductuales de la demencia. Revisión sistemática," *Neurología,* vol. 32, no. 4, pp. 253-263, 2017.
[4] J. I. P. Sanz, "El concepto de musicoterapia a través de la Historia," *Revista electrónica de LEEME,* vol. 13, 2004.
[5] I. M. Q. Montalvo, C. A. C. Gómez, and N. M. H. Robles, "Efectividad del programa de musicoterapia, en el envejecimiento activo y saludable en la tercera edad-Anexo de Cochayoc, Tarma–2022," *Revista Enfermeria la Vanguardia,* vol. 12, no. 1, pp. 21-32, 2024.
[6] E. J. Denis, and L. M. Casari, "La musicoterapia y las emociones en el adulto mayor," 2014.
[7] E. A. Espino Vergara, and A. M. Mansilla Conza, "Efectividad de la musicoterapia para disminuir ansiedad y depresión de la demencia en los pacientes adultos mayores," 2018.
[8] X. Sarta Guzmán, "Efectos de un programa de Musicoterapia en el fortalecimiento de la Inteligencia Emocional, en un grupo de adultos mayores del Centro Día "Tierra de Saberes" de la ciudad de Bogotá," 2019.
[9] C. A. L. Martínez, L. d. C. A. Pérez, A. G. T. Gutierrez, and I. C. M. Casas, "La musicoterapia como una modalidad terapéutica reguladora de las emociones en las personas prejubilables," *Medicentro,* vol. 25, no. 1, pp. 92-106, 2021.
[10] M. A. Tous Riera, "Musicoterapia como tratamiento para la disminución de la depresión en adultos diagnosticados con demencia," 2019.
[11] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
[12] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.
[13] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.
[14] 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.
[15] 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.
[16] 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.
[17] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
[18] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.
[19] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.
[20] N. ValcÃ, and M. Leyva-VÃ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, pp. 45-51, 2018.
[21] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.
[22] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
[23] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
[24] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[25] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[26] 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.
[27] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vasquez, and N. B. Hernández, "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 204, 2020.
[28] R. G. Ortega, M. Rodríguez, M. L. Vázquez, and J. E. Ricardo, "Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 16, 2019.
[29] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.
[30] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.
[31] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.
[32] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.

[33] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.
[34] 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.
[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] M. J. Lorenzo-Hernández, and P. R. Castellano Santana, "La musicoterapia en la enfermedad de Alzheimer como cuidado enfermero," 2023.
[38] J. G. D. Borrero, B. Á. V. P. V. Perdomo, and M. C. F. Cediel, "Beneficios de la música en el bienestar del adulto mayor: una revisión documental," *Erasmus Semilleros de Investigación,* vol. 8, no. 1, pp. 78-88, 2023.
[39] J. A. Logroño Padilla, "Terapia alternativa para el cuidado de enfermería en adultos mayores," 2023.
[40] M. E. Riccomini, "Musicoterapia y ecología acústica," *ECOS-Revista Científica de Musicoterapia y Disciplinas Afines,* vol. 9, 2024.
[41] R. F. G. Castañeda, S. C. Palmerín, B. R. R. Medina, and M. N. A. López, "Reflexión sobre cuidado enfermero en la dimensión espiritual a cuidadores de adultos mayores con Alzheimer," *Horizonte de Enfermería,* vol. 34, no. 2, pp. 404-417, 2023.
[42] S. T. Cucaita Caucha, and A. A. Sanchez Pinzon, "Estudio de caso: contribución de la música a la modulación de respuestas emocionales en una persona mayor que ha estado aislada durante la pandemia generada por el covid-19," Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2023.
[43] R. F. G. Castañeda, M. N. A. López, and B. R. R. Medina, "Cuidado humano al adulto mayor en la comunidad para favorecer un envejecimiento saludable," *ACC CIETNA: Revista de la Escuela de Enfermería,* vol. 10, no. 1, pp. 222-235, 2023.
[44] D. H. Gonnet, S. E. Mansilla, V. A. Cannarozzo, and V. Diaz Abrahan, "El quehacer musical en el trabajo comunitario con infancias y adolescencias," 2023.
[45] C. A. Martínez-Contreras, and M. E. Moreno-Fergusson, "Calidad de vida en adultos mayores con trastorno neurocognitivo mayor moderado a grave institucionalizados: efecto de la Doll Therapy," *Revista Española de Geriatría y Gerontología,* vol. 58, no. 6, pp. 101410, 2023.
[46] S. Pérez-Herrero, J. González-Moreno, F. R. Rufete, and M. C. García, "Evaluación de un programa de psicología positiva para la promoción del bienestar y la salud emocional en personas mayores del ámbito rural," *Revista CENTRA de Ciencias Sociales,* vol. 3, no. 1, 2024.
[47] A. V. César, "Estimulación multisensorial y musicoterapia individual: tratamiento de la agitación y estado afectivo en demencia grave," *REMA,* vol. 25, no. 1, pp. 1-12, 2023.
[48] A. Bermejo Lingrés, "Musicoterapia para mejorar la memoria y al movilidad en personas de la tercera edad," 2023.
[49] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.
[50] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.
[51] Vallejo Lalangui, R. E. "Inaplicación de los principios que rigen el derecho a la Seguridad Social y su incidencia en la vulneración de derechos constitucionales de los afiliados, en el cantón Guayaquil, año 2020" (Master's thesis), 2022.
[52] Díaz Coba, M. P. "El procedimiento abreviado vulnera el Derecho Constitucional a la no autoincriminación en el cantón Otavalo, año 2020". (Master's thesis), 2022.
[53] Ayon Tovar, A. B. "La supresión de puestos de trabajo en el sector público, y su afectación en los derechos constitucionales, en los ríos, en el año 2020." (Master's thesis), 2022.
[54] Huera Ayala, M. A. "El bloqueo de la cédula de ciudadanía por supuesta doble inscripción vulnera el derecho a la identidad en los habitantes de la ciudad de Tulcán en el año 2020". (Master's thesis), 2022.
[55] Pérez Ortiz, B. M. "La eutanasia, en enfermedades terminales un derecho a tomar decisiones libres, informadas y voluntarias sobre la vida en el Ecuador, año 2020. "(Master's thesis), 2022.
[56] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

Recibido: Septiembre 25, 2024. Aceptado: Octubre 19, 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán

Neutrosophic method for the recommendation on the violation of the human rights of single mothers in Tulcan

Lisbeth Alejandra Duarte Morillo[1], Carmen Marina Méndez Cabrita[2], Alejandra Deyanira Villarreal Villarreal[3], and Josía Jeseff Isea Argüelles[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; lisbethdm32@uninades.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.carmenmme56@uninades.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; alejandravv22@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ui.josiaia82@uniandes.edu

Resumen. En América Latina, las madres solteras representan un grupo significativo dentro de la estructura familiar. Factores como alta tasa de fecundidad adolescente, la migración y la inestabilidad económica contribuyen a la prevalencia de hogares monoparentales liderados por mujeres. Las madres solteras en la región enfrentan desafíos, como la discriminación social, la falta de apoyo gubernamental y la precariedad laboral. En Ecuador, las madres solteras constituyen una parte importante de la población femenina. La situación económica, la desigualdad de género y el limitado acceso a servicios de salud y educación afectan significativamente a estas familias. El gobierno ha implementado políticas y programas para apoyar a las madres solteras. En Tulcán las madres solteras enfrentan desafíos similares, como la falta de empleo formal y la discriminación. Sin embargo, la comunidad local muestra signos de resiliencia y solidaridad. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán.

Palabras Claves: método, números neutrosófico, madres solteras, hogares monoparentales, discriminación.

Abstract. In Latin America, single mothers represent a significant group within the family structure. Factors such as high adolescent fertility rate, migration and economic instability contribute to the prevalence of female-headed single-parent households. Single mothers in the region face challenges such as social discrimination, lack of government support and job insecurity. In Ecuador, single mothers constitute a significant part of the female population. The economic situation, gender inequality and limited access to health and education services significantly affect these families. The government has implemented policies and programs to support single mothers. In Tulcán, single mothers face similar challenges, such as lack of formal employment and discrimination. However, the local community shows signs of resilience and solidarity. The present research aims to develop a neutrosophic method for the recommendation on the violation of the human rights of single mothers in Tulcán.

Keywords: method, neutrosophic numbers, single mothers, single-parent households, discrimination.

1 Introducción

Las madres solteras en América Latina y, particularmente, en Ecuador, representan un grupo significativo y en crecimiento dentro de la estructura familiar de la región. Este fenómeno social ha llamado la atención de numerosos investigadores, quienes han explorado las diversas implicaciones económicas, sociales y culturales asociadas con la maternidad en solitario [1]. En este contexto, la situación de las madres solteras no solo refleja las dinámicas familiares contemporáneas, sino también las profundas desigualdades y desafíos que enfrentan las mujeres en estos países. Esto es una problemática muy grande ya que las mujeres que son madres solteras tienen que enfrentarse a varios desafíos que en varias ocasiones no son capaces de poder evitar estos desafíos, y de esta

manera las familias de estas mujeres son las afectadas en todo esto [2, 52].

En Ecuador, la situación de las madres solteras refleja muchas de las tendencias observadas en el resto de América Latina, aunque con particularidades propias del contexto nacional. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), aproximadamente el 20% de los hogares en Ecuador son monoparentales, con una predominancia de madres solteras. Sofía Espinoza, una investigadora ecuatoriana, menciona que las madres solteras en Ecuador enfrentan barreras significativas en términos de acceso a servicios básicos, educación y empleo [3, 51]. La falta de políticas efectivas de protección social y la prevalencia de normas patriarcales complican aún más su situación.

Ricardo Villamar señala que las políticas públicas en Ecuador aún están en proceso de adaptarse a las necesidades de las familias monoparentales, aunque se han visto avances en los últimos años [4]. Programas como el Bono de Desarrollo Humano y las iniciativas de apoyo a madres trabajadoras son pasos en la dirección correcta, pero aún insuficientes. En este sentido Ana Morales concluye que es esencial promover un cambio cultural y estructural para apoyar plenamente a las madres solteras en Ecuador [5]. Esto incluye tanto la implementación de políticas públicas robustas como la promoción de un entorno social más inclusivo y libre de prejuicios.

Tulcán, capital de la provincia de Carchi en el norte de Ecuador, presenta un panorama particular en relación con las madres solteras. Esta ciudad fronteriza con Colombia tiene una economía influenciada por el comercio transfronterizo y la migración. Las madres solteras en Tulcán enfrentan desafíos adicionales debido a la ubicación geográfica y las condiciones socioeconómicas de la región. Las madres solteras suelen trabajar en el comercio informal o en empleos precarios, lo que no proporciona estabilidad económica ni acceso a beneficios sociales. La cercanía con la frontera también implica un flujo constante de migrantes, lo que puede aumentar la competencia por empleos y recursos. Además, las políticas locales y los programas de apoyo para madres solteras son limitados, lo que agrava su vulnerabilidad.

Las madres solteras en Tulcán enfrentan una falta de acceso a recursos económicos, educativos y sociales, lo que resulta en una vulnerabilidad socioeconómica y perpetúa el ciclo de escasos recursos y dificultad de poder mantener el hogar. Por esta razón se planteó como objetivo general: desarrollar un método neutrosófico para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán.

2 Preliminares

La presente sección describe el funcionamiento del método neutrosófico para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán. El método modela las relaciones causales entre los diferentes conceptos mediante mapa cognitivo neutrosófico. El método sustenta los siguientes principios:

- Integración del conocimiento causal mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) para la recomendación en la identificación de perfiles de comportamiento económico.
- Identificación mediante el equipo de expertos de las relaciones causales.

El diseño del método está estructurado para la recomendación en la identificación de perfiles de vulneración de los derechos humanos. Posee tres etapas básicas: entrada, procesamiento y salida.

El método propuesto está estructurado para soportar la gestión del proceso de inferencia para recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán. Emplea un enfoque multicriterio como base para la inferencia, se auxilia de expertos para nutrir la base de conocimiento [6, 53], [7], [8]. El conjunto de indicadores evaluativos representan una de las entradas del sistema que necesario para la actividad de inferencia. La actividad de inferencia representa el núcleo fundamental para el razonamiento del método [9], [10], [11, 50].

3 Diseño del método para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán

La presente sección realiza una descripción del método propuesto. Se detallan las diferentes actividades que garantizan la inferencia de la etapa procesamiento. Las actividades fueron implementadas para: identificar los criterios evaluativos, determinar las relaciones causales, obtener el MCN resultante de las relaciones causales, y realizar la inferencia del proceso. La Figura 1 muestra el flujo de la etapa de procesamiento.

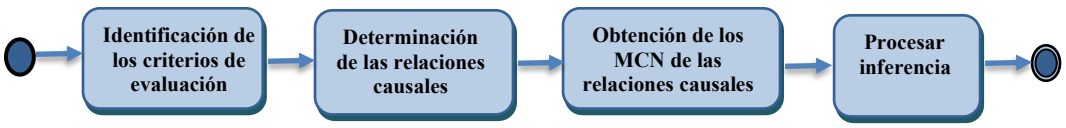


Figura 1. Flujo de trabajo de la etapa de procesamiento.

Actividad 1: Identificación de los criterios evaluativos.

La actividad inicia con la identificación de los expertos que intervienen en el proceso. A partir del trabajo del grupo de experto se determinan los criterios que se tendrán en cuenta para la inferencia del proceso. La actividad utiliza un sistema de trabajo en grupo mediante un enfoque multicriterios. Formalmente se puede definir el problema de recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán, mediante:

El número de indicadores evaluativos del proceso donde:

$$I = \{\mathrm{i}_1, \ldots \mathrm{i}_\mathrm{n}\} \quad (1)$$

El número de expertos que interviene en la valoración multicriterio donde:

$$E = \{\mathrm{m}_1, \ldots \mathrm{m}_\mathrm{n}\} \quad (2)$$

El resultado de la actividad es la obtención de los diferentes indicadores evaluativos sobre los perfiles de vulneración.

Actividad 2: determinación de las relaciones causales de los criterios.

Una vez obtenidos los criterios evaluativos, se determina las relaciones causales. Las relaciones causales constituyen la expresión de causalidad entre los diferentes criterios evaluativos. La determinación de las relaciones causales consiste en establecer a partir del trabajo en grupo la implicación entre conceptos. La información resultante representa el conocimiento primario para nutrir el proceso de inferencia.

Las relaciones causales son representadas por variables difusas expresadas como términos lingüísticos. En los modelos lingüísticos se suelen usar conjuntos de etiquetas lingüísticas con granularidad no superior a 13 [12], [13], [14, 54]. Es común utilizar conjuntos de granularidad impar, donde existe una etiqueta central y el resto de las etiquetas se distribuyen simétricamente a su alrededor [15, 16, 50].

Actividad 3: obtención del MCN.

Durante la etapa de ingeniería del conocimiento cada experto expresa la relación que existe entre cada par de conceptos C_i y C_j del mapa [17-19]. Entonces, para cada relación causal se obtienen K reglas con la siguiente estructura: Si C_i es A entonces C_j es B y el peso W_{ij} es C.

Cada nodo constituye un concepto causal, esta característica hace que la representación sea flexible para visualizar el conocimiento humano [20-23]. La matriz de adyacencia se obtiene a partir los valores asignados a los arcos [24], [25], [26] .

Los valores que se obtienen por el grupo de experto que intervienen en el proceso son agregados conformándose el conocimiento general con las relaciones entre los criterios [27-29], [51]. La actividad obtiene como resultado el FCM resultante [30], [31], [32].

A partir de la obtención de las relaciones causales, se realiza el análisis estático [33, 34]. Se toma de referencia el conocimiento almacenado en la matriz de adyacencia [35-37]. Para el desarrollo del presente método se trabaja con el grado de salida tal como muestra la ecuación (3) [38], [39], [40, 55].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \quad (3)$$

Actividad 4: procesamiento de la inferencia:

Un sistema modelado por un MCN evolucionará durante el tiempo, donde la activación de cada neurona dependerá del grado de activación de sus antecedentes en la iteración anterior. Normalmente este proceso se repite hasta que el sistema estabilice o se alcance un número máximo de iteraciones. [41, 42]

El procesamiento para la inferencia, consiste en calcular el vector de estado A a través del tiempo, para una condición inicial A^0 [43, 51]. De forma análoga a otros sistemas neuronales, la activación de C_i dependerá de la activación las neuronas que inciden directamente sobre el concepto C_i y de los pesos causales asociados a dicho concepto. La ecuación 6 muestra la expresión utilizada para el procesamiento.

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (4)$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación.

Los sistemas inestables pueden ser totalmente caóticos o cíclicos, y son frecuentes en modelos continuos. En resumen, el proceso de inferencia en un MCD puede mostrar una de las siguientes características:

- Estados de estabilidad: si $\exists tk \in \mathbb{N}: A_i^{(t+x)} = A_i^{(t)} \forall t > tk$ por tanto, después de la iteración tk el FCM producirá el mismo vector de estado. Después esta configuración es ideal, pues representa la codificación de un patrón oculto en la causalidad [44], [45, 50].
- Estados cíclicos: si $\exists tk, P \in \mathbb{N}: A_i^{(t+p)} = A_i^{(t)} \forall t > tk$. El mapa tiene un comportamiento cíclico con periodo P. En este caso el sistema producirá el mismo vector de estado cada P-ciclos del proceso de inferencia [46], [47].
- Estado caótico: el mapa produce un vector de estado diferente en cada ciclo. Los conceptos siempre varían su valor de activación [48], [49, 56], [57].

4 Implementación del método para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán

En esta sección se presenta la implementación del método propuesto a través de un estudio de caso centrado en la identificación de perfiles de vulneración de derechos humanos en 14 madres solteras de Tulcán. Este análisis tiene como finalidad proporcionar recomendaciones específicas basadas en los hallazgos obtenidos. A continuación, se detallan los resultados de este estudio:

Actividad 1 Identificación de los criterios evaluativos:

Para llevar a cabo el estudio, se realizó una consulta con cinco expertos en el ámbito de los derechos humanos y la situación de las madres solteras. Este grupo de especialistas sirvió como base para establecer los criterios evaluativos y las relaciones causales pertinentes. Como resultado de la colaboración con los expertos, se logró identificar un conjunto integral de criterios que son fundamentales para comprender la vulneración de derechos en este contexto. La Tabla 1 presenta los resultados de estos criterios identificados, los cuales serán utilizados como referencia para el análisis posterior.

Tabla 1. Criterios evaluativos.

No.	Criterios	Descripción
1	Acceso a recursos económicos	Este criterio evalúa la capacidad de las madres solteras para acceder a fuentes de ingresos estables y suficientes, así como a apoyos económicos gubernamentales. Se considera la disponibilidad de empleo, la remuneración justa, y cualquier tipo de asistencia financiera que puedan recibir.
2	Acceso a servicios de cuidado infantil	Examina la disponibilidad y accesibilidad de servicios de cuidado infantil, como guarderías y programas de apoyo, que permiten a las madres trabajar o estudiar. La calidad y el costo de estos servicios también son aspectos importantes a evaluar.
3	Soporte social y familiar	Nivel de apoyo que reciben las madres solteras de sus familias, redes comunitarias y servicios sociales. Incluye el análisis de la presencia de redes de apoyo, la intervención de organizaciones no gubernamentales y la asistencia de la comunidad en general.
4	Educación y desarrollo personal	Evalúa las oportunidades educativas disponibles para las madres solteras, así como su capacidad para acceder a programas de capacitación y desarrollo personal. Se examina cómo estas oportunidades influyen en su autonomía y en la capacidad para cumplir las metas personales y familiares.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales de los criterios:

Para la identificación de las relaciones causales se obtuvo la información del grupo de expertos que participa en el proceso. Se identificación como resultado 5 matrices de adyacencia con el conocimiento expresado por cada

experto. Las matrices pasaron por un proceso de agregación en la que se genera como resultado final una matriz de adyacencias resultante. La tabla 2 muestra la matriz de adyacencia resultante del proceso.

Tabla 2. Matriz de adyacencia de los criterios evaluativos.

	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	[0.00]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_2	[1,0,0]	[0.00]	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]
C_3	[1,0,0]	[0.8,0,15,0.20]	[0.00]	[0.8,0,15,0.20]
C_4	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0.20]	[0.00]

Actividad 3 obtención del MCN:

Una vez obtenidos los criterios evaluativos y sus relaciones causales correspondientes en la actividad 2, se realiza la representación del conocimiento en el MCN resultante.

Actividad 4 procesamientos de la inferencia:

La matriz de adyacencia posee el conocimiento necesario para determinar los pesos atribuidos a cada indicador evaluativo. Para calcular los pesos, se emplea la ecuación 3. La tabla 3 muestra los resultados del cálculo realizado.

Tabla 3: Peso atribuido a los criterios evaluativos.

Criterios	Descripción del criterio evaluativo	Peso
C_1	Acceso a recursos económicos	[0.75,0,10,0.20]
C_2	Acceso a servicios de cuidado infantil	[0.7,0,10,0.20]
C_3	Soporte social y familiar	[0.65,0,10,0.20]
C_4	Educación y desarrollo personal	[0.7,0,10,0.20]

Una vez determinado los pesos de los criterios. Se determinan las preferencias del comportamiento de los derechos humanos de 14 madres solteras en Tulcán. La tabla 4 muestra los resultados del cálculo realizado.

Tabla 4: Cálculo de preferencias atribuidas del comportamiento de los derechos humanos de una alternativa.

Criterio	Peso	Preferencia	Agregación
C_1	[0.75,0,10,0.20]	[1,0,0]	[0.87,0,15,0.20]
C_2	[0.7,0,10,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]
C_3	[0.65,0,10,0.20]	[1,0,0]	[0.82,0,15,0.20]
C_4	[0.7,0,10,0.20]	[1,0,0]	[0.85,0,15,0.20]
Índice			[0.83,0,15,0.20]

Se llevó a cabo una simulación para evaluar el cumplimiento de los criterios establecidos en 14 madres solteras de Tulcán, revelando así el grado de vulneración de sus derechos humanos. Los resultados de este análisis evidencian que, aunque todas las participantes enfrentan algún nivel de vulneración, las circunstancias varían de un caso a otro. Esta diversidad en la magnitud de las violaciones sugiere que, si bien todos los casos reflejan situaciones de riesgo y desprotección, algunos enfrentan desafíos más graves que afectan su bienestar y el de sus hijos. Este hallazgo subraya la necesidad de abordar las problemáticas específicas en cada caso para lograr una intervención más efectiva y personalizada. La figura 2 muestra una gráfica las preferencias del comportamiento de los derechos humanos de 14 madres solteras en Tulcán:

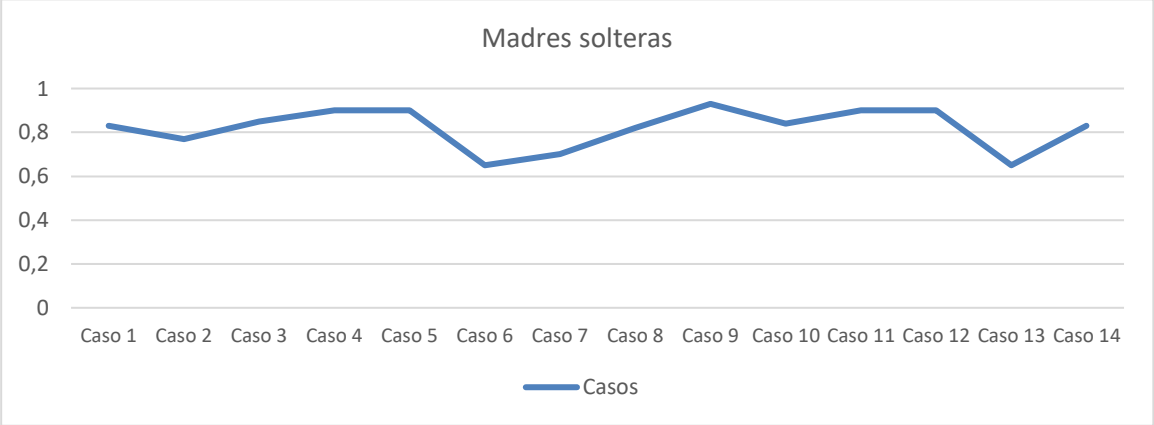


Figura 2. Comportamiento de los diferentes criterios para el caso específico de cada madre soltera.

Se realizó una entrevista a las 14 madres solteras que participaron en este estudio, y sobre las cuales se generó la simulación de los diferentes comportamientos. Los resultados de las entrevistas mostraron que las madres solteras en Tulcán enfrentan diversos desafíos relacionados con el tiempo y el equilibrio familiar. Muchas de ellas expresan su preocupación por no poder dedicar suficiente tiempo a sus hijos debido a sus múltiples responsabilidades, que incluyen el estudio, el trabajo y las tareas del hogar. Esta carga puede generar un gran estrés, ya que equilibrar estas obligaciones no es una tarea fácil. A pesar de las dificultades, el apoyo de sus familias, principalmente de sus padres y, en algunos casos, del padre de sus hijos, es fundamental para sobrellevar estas situaciones. Sin embargo, las entrevistadas también destacan la escasez de recursos y servicios comunitarios proporcionados por el estado, lo cual limita aún más su capacidad de enfrentar dichos retos.

El ámbito laboral es otro aspecto crítico; muchas madres mencionan la falta de oportunidades de empleo en la zona, lo que les dificulta generar ingresos suficientes para mantener a sus familias. Abogan por la creación de programas específicos que faciliten la inclusión laboral de madres solteras, así como por la implementación de políticas que prioricen sus necesidades y les brinden acceso a guarderías y apoyos económicos adecuados. En cuanto a la relación con el padre de sus hijos, se observa que una buena interacción es beneficiosa para el bienestar emocional de los niños, ya que esto permite que los padres se muestren responsables y se involucren en la vida familiar.

Sin embargo, la incertidumbre sobre el futuro es una inquietud compartida entre ellas; muchas temen no poder brindar a sus hijos las oportunidades necesarias para cumplir sus sueños y se preocupan por el impacto que podría tener su ausencia en su vida. A pesar de estos obstáculos, las madres solteras transmiten mensajes de resiliencia y dureza, alentándose mutuamente a no rendirse y a seguir luchando por el bienestar de sus hijos. En este sentido, la solidaridad entre madres se convierte en una fuente de fuerza y apoyo invaluable en su día a día.

5 Discusiones

Las madres solteras en Tulcán enfrentan significativas barreras para acceder a empleo formal, educación y servicios de salud. Estas barreras son multifacéticas y profundamente arraigadas en el contexto socioeconómico local. La alta prevalencia de trabajos informales y mal remunerados representa una barrera considerable. La discriminación en el lugar de trabajo, basada en prejuicios hacia las madres solteras, también restringe sus oportunidades de empleo formal, así como la limitación para que puedan continuar con sus estudios y la falta de servicios médicos para aquellas mujeres que viven en zonas rurales de Tulcán. [50]

El estigma social tiene un impacto negativo considerable en la vida diaria y las oportunidades de las madres solteras en Tulcán. El estigma social conduce al aislamiento y la exclusión de las redes de apoyo comunitarias y familiares. La discriminación en instituciones educativas y de salud desincentiva el uso de estos servicios por parte de las madres solteras. El trato discriminatorio y los prejuicios por parte de los proveedores de servicios afectan negativamente su bienestar y el de sus hijos. [51]

Las políticas públicas y programas de apoyo existentes en Tulcán son insuficientes y carecen de una implementación efectiva que aborde las necesidades específicas de las madres solteras. Para mejorar su situación, se requieren medidas más adaptadas y focalizadas, es esencial desarrollar e implementar políticas de licencia parental y flexibilidad laboral que permitan a las madres solteras equilibrar sus responsabilidades de cuidado con su trabajo. La creación de redes de apoyo comunitario y programas de asistencia financiera son vitales para ayudar a las madres solteras a superar la pobreza y mejorar su calidad de vida.

6 Conclusión

La implementación del Método Neutrosófico para la recomendación sobre la vulneración de los derechos humanos de las madres solteras en Tulcán proporcionó un marco útil para identificar y clasificar la diversidad de experiencias y grados de vulneración entre las madres solteras. A través de la aplicación de criterios evaluativos y la simulación de casos, se logró evidenciar que, aunque todas las participantes enfrentan desafíos vinculados a la falta de recursos económicos, acceso a servicios de cuidado infantil y el apoyo social, estos problemas se manifiestan de manera diferente, reflejando la complejidad de sus realidades. Además, se identificó que la implementación de este método puede servir como herramienta eficaz para elaborar recomendaciones adaptadas a cada caso, lo que es crucial para diseñar políticas públicas más inclusivas y efectivas.

El Método Neutrosófico no solo facilita una comprensión más profunda de la situación de las madres solteras en Tulcán, sino que también abre la puerta a intervenciones que busquen garantizar y proteger sus derechos humanos de manera integral.

Referencias

[1] L. M. B. Cajamarca, "Impacto de la migración en la violencia de género: un estudio de mujeres migrantes en Ecuador," *Sur Academia: Revista Académica-Investigativa de la Facultad Jurídica, Social y Administrativa,* vol. 11, no. 22, pp. 97-106, 2024.

[2] M. M. Páez, and M. G. Jiménez, "La coparentalidad como sistema óptimo de crianza de los hijos frente a la crianza monoparental," *Conjeturas Sociológicas*, pp. 180-198, 2020.

[3] S. Espinoza, "Barreras para el Desarrollo de las Madres Solteras en Ecuador," *Revista Ecuatoriana de Estudios Sociales,* vol. 33, no. 2, pp. 201-220, 2018.

[4] R. Villamar, "Políticas Públicas y Familias Monoparentales en Ecuador," *Análisis Político,* vol. 25, no. 4, pp. 112-130, 2019.

[5] A. Morales, "Cambio Cultural y Apoyo a Madres Solteras en Ecuador," *Revista de Política Social,* vol. 17, no. 3, pp. 56-72, 2021.

[6] L. Rocchi, L. Paolotti, A. Rosati, A. Boggia, and C. Castellini, "Assessing the sustainability of different poultry production systems: A multicriteria approach," *Journal of cleaner production,* vol. 211, pp. 103-114, 2019.

[7] M. Moghadas, A. Asadzadeh, A. Vafeidis, A. Fekete, and T. Kötter, "A multi-criteria approach for assessing urban flood resilience in Tehran, Iran," *International journal of disaster risk reduction,* vol. 35, pp. 101069, 2019.

[8] I. Bagdanavičiūtė, L. Kelpšaitė-Rimkienė, J. Galinienė, and T. Soomere, "Index based multi-criteria approach to coastal risk assesment," *Journal of Coastal Conservation,* vol. 23, no. 4, pp. 785-800, 2019.

[9] I. C. B. Portilla, I. C. H. Sánchez, and I. R. Tarquino, "Diffuse cognitive maps for analysis of vulnerability to climate variability in Andean rural micro-watersheds," *Dyna,* vol. 87, no. 212, pp. 38-46, 2020.

[10] Y. Zhang, J. Qin, P. Shi, and Y. Kang, "High-order intuitionistic fuzzy cognitive map based on evidential reasoning theory," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 27, no. 1, pp. 16-30, 2018.

[11] B. Efe, "Fuzzy cognitive map based quality function deployment approach for dishwasher machine selection," *Applied Soft Computing,* vol. 83, pp. 105660, 2019.

[12] S. M. McCauley, and M. H. Christiansen, "Language learning as language use: A cross-linguistic model of child language development," *Psychological review,* vol. 126, no. 1, pp. 1, 2019.

[13] Z. Wu, J. Xu, X. Jiang, and L. Zhong, "Two MAGDM models based on hesitant fuzzy linguistic term sets with possibility distributions: VIKOR and TOPSIS," *Information Sciences,* vol. 473, pp. 101-120, 2019.

[14] W. L. S. Álava, A. R. Rodríguez, R. G. Rodríguez, and O. M. Cornelio, "La neuroeducación en la formación docente," *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual" ALCON",* vol. 4, no. 1, pp. 24-36, 2024.

[15] 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.

[16] 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.

[17] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.

[18] N. ValcÃ, and M. Leyva-VÃ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, pp. 45-51, 2018.

[19] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.

[20] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.

[21] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.

[22] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.

[23] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[24] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, A. Febles-Estrada, and J. Gulín-González, "Modelo para el análisis de escenarios basado en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad,* vol. 17, pp. 375-390, 2013.

[25] K. Papageorgiou, P. K. Singh, E. Papageorgiou, H. Chudasama, D. Bochtis, and G. Stamoulis, "Fuzzy Cognitive Map-Based Sustainable Socio-Economic Development Planning for Rural Communities," *Sustainability,* vol. 12, no. 1, pp. 1-31, 2019.

[26] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[27] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.

[28] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.

[29] M. M. G. Lorenzo, and R. E. B. Pérez, "A model and its different applications to case-based reasoning," *Knowledge-based systems,* vol. 9, no. 7, pp. 465-473, 1996.

[30] A. P. Anninou, and P. P. Groumpos, "A new mathematical model for fuzzy cognitive maps-application to medical problems," *Системная инженерия и информационные технологии,* vol. 1, no. 1, pp. 63-66, 2019.

[31] M. Khodadadi, H. Shayanfar, K. Maghooli, and A. H. Mazinan, "Fuzzy cognitive map based approach for determining the risk of ischemic stroke," *IET systems biology,* vol. 13, no. 6, pp. 297-304, 2019.

[32] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[33] R. Bello, A. Nowe, Y. Caballero, Y. Gómez, and P. Vrancx, "A model based on ant colony system and rough set theory to feature selection." pp. 275-276.

[34] G. Nápoles, I. Grau, and R. Bello, "Constricted Particle Swarm Optimization based algorithm for global optimization," *Polibits*, no. 46, pp. 05-11, 2012.

[35] 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.

[36] 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.

[37] 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.

[38] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.

[39] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.

[40] M. J. Ladeira, F. A. Ferreira, J. J. Ferreira, W. Fang, P. F. Falcão, and Á. A. Rosa, "Exploring the determinants of digital entrepreneurship using fuzzy cognitive maps," *International Entrepreneurship and Management Journal,* vol. 15, no. 4, pp. 1077-1101, 2019.

[41] 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.

[42] 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.

[43] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[44] Y. Miao, Z.-Q. Liu, C. K. Siew, and C. Y. Miao, "Dynamical cognitive network-an extension of fuzzy cognitive map," *IEEE transactions on Fuzzy Systems,* vol. 9, no. 5, pp. 760-770, 2001.

[45] M. Amer, A. Jetter, and T. Daim, "Development of fuzzy cognitive map (FCM) ‐ based scenarios for wind energy," *International Journal of Energy Sector Management*, 2011.

[46] A. Konar, and U. K. Chakraborty, "Reasoning and unsupervised learning in a fuzzy cognitive map," *Information Sciences,* vol. 170, no. 2-4, pp. 419-441, 2005.

[47] G. Felix, G. Nápoles, R. Falcon, W. Froelich, K. Vanhoof, and R. Bello, "A review on methods and software for fuzzy cognitive maps," *Artificial Intelligence Review,* vol. 52, no. 3, pp. 1707-1737, 2019.

[48] S. Alizadeh, and M. Ghazanfari, "Learning FCM by chaotic simulated annealing," *Chaos, Solitons & Fractals,* vol. 41, no. 3, pp. 1182-1190, 2009.

[49] H. Song, C. Miao, Z. Shen, W. Roel, D. Maja, and C. Francky, "Design of fuzzy cognitive maps using neural networks for predicting chaotic time series," *Neural Networks,* vol. 23, no. 10, pp. 1264-1275, 2010.

[50] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.

[51] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.

[52] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[53] Lanchimba Ponce, M. V. "La inobservancia del principio de contradicción en el procedimiento expedito para el juzgamiento en contravenciones de violencia intrafamiliar y su incidencia en el debido proceso en el cantón Ibarra año 2020." (Master's thesis), 2022.

[54] Yépez Revelo, M. F. "La imprescriptibilidad de la acción penal en delitos sexuales en contra de niñas, niños y adolescentes, cuando el imputado es adolescente en la ciudad de Ibarra en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[55] Castro Villamarín, M. P. "La Garantía Constitucional de motivación frente al despido de los servidores públicos contratados bajo la modalidad de nombramientos provisionales, en el cantón Babahoyo en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[56] Domínguez Oñate, M. E. "Inaplicación del artículo 25 de la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario, transgrede derechos fundamentales, durante el primer semestre del año 2021 en la provincia de Imbabura" (Master's thesis), 2022.

[57] Coque Coque, K. P. "La justicia restaurativa, garantías constitucionales, conciliación, en cuanto al monto en los delitos de la propiedad, en el cantón Salcedo en el año 2021" (Master's thesis), 2022.

Recibido: 22 de octubre de 2024. Aceptada: 15 de diciembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador

Neutrosophic method to determine the need for a legal framework for the development of cycling in Ecuador

David Alexander Arcos Pazmiño[1], Carmen Marina Méndez Cabrita[2], Karen Nicole Flores Cano[3], and Marcelo Raúl Dávila Castillo[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; dt.davidaap95@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.carmenmmc56@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; karenfc32@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán. Ecuador; ut.marcelodavila@uniandes.edu.ec

Resumen. El ciclismo en Ecuador enfrenta una serie de desafíos significativos relacionados con la infraestructura y el apoyo institucional, problemas que son comunes en muchos países en desarrollo. La falta de carriles exclusivos y caminos seguros limita la práctica del ciclismo, exponiendo a los ciclistas a riesgos de accidentes debido al tráfico vehicular. Además, la escasez de espacios adecuados para la formación y competición disminuye el potencial del ciclismo como actividad recreativa y profesional. Institucionalmente, la carencia de políticas públicas eficaces y de sistemas de apoyo que fomenten el ciclismo agrava la situación. La inexistencia de regulaciones claras y de programas de promoción del uso de la bicicleta tanto para el transporte como para el deporte impide un avance coherente en el desarrollo de esta actividad en el país. En este contexto, surge la necesidad de establecer un marco legal que regule y promueva el ciclismo en Ecuador. Un enfoque neutrosófico permite abordar las complejidades y multifacéticas que rodean el ciclismo, facilitando la identificación de áreas clave para la intervención estatal. Este método ayuda a ponderar aspectos como la seguridad vial, el desarrollo de infraestructura y el apoyo institucional necesario, promoviendo así un ambiente más propicio para la práctica del ciclismo.

Palabras Claves: método neutrosófico, justicia deportiva, Richard Carapaz, vulneración derechos del ciclismo.

Abstract. Cycling in Ecuador faces a number of significant challenges related to infrastructure and institutional support, problems that are common in many developing countries. The lack of dedicated lanes and safe roads limits the practice of cycling, exposing cyclists to the risk of accidents due to vehicular traffic. In addition, the scarcity of adequate spaces for training and competition diminishes the potential of cycling as a recreational and professional activity. Institutionally, the lack of effective public policies and support systems that encourage cycling aggravates the situation. The absence of clear regulations and programs to promote the use of bicycles for both transportation and sport impedes coherent progress in the development of this activity in the country. In this context, the need arises to establish a legal framework that regulates and promotes cycling in Ecuador. A neutrosophic approach allows addressing the complexities and multifaceted nature of cycling, facilitating the identification of key areas for state intervention. This method helps to weigh aspects such as road safety, infrastructure development and the necessary institutional support, thus promoting a more favorable environment for cycling.

Keywords: neutrosophic method, sports justice, Richard Carapaz, violation of cycling rights.

1 Introducción

El ciclismo en América Latina ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, convirtiéndose en un deporte que emociona e inspira a millones de aficionados y que también ha producido figuras de talla mundial. Varios ciclistas comenzaron a destacar en grandes competencias a nivel nacional e incluso a nivel europeo, abriendo el camino para futuras generaciones de talentos latinoamericanos. Esta evolución no solo ha impactado

en el ámbito deportivo, sino que también ha influido en aspectos sociales y económicos de varios lugares donde este deporte ha sido un exponente, promoviendo el turismo deportivo, mejorando la infraestructura vial y fomentando estilos de vida más saludables entre la población.

En Ecuador, el ciclismo ha experimentado una transformación radical en los últimos años. Aunque el país siempre ha contado con una gran tradición ciclística, especialmente en regiones montañosas como la provincia del Carchi, no fue hasta principios del siglo XXI que el deporte comenzó a ganar verdadera relevancia a nivel nacional e internacional. La Vuelta a Ecuador por ejemplo es una competencia que remonta décadas atrás y ha sido fundamental en el desarrollo del ciclismo en el país, sirviendo como base para que jóvenes que han destacado en esta disciplina se den a conocer. Sin embargo, el verdadero punto donde el ciclismo ecuatoriano tuvo más auge llegó con la aparición de una nueva generación de ciclistas, encabezada por Richard Carapaz [1, 43].

La ubicación geográfica de Ecuador juega un papel crucial en su tradición ciclística. El país, atravesado por la cordillera de los Andes, ofrece un terreno desafiante y variado que ha sido clave en la formación de ciclistas de élite. Las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha, en particular, han sido semilleros de talento gracias a su topografía montañosa y su altitud. Estas condiciones naturales no solo han moldeado a los ciclistas físicamente, sino que también han forjado una mentalidad de resistencia y determinación que caracteriza a los deportistas ecuatorianos [1, 37].

La historia de Richard Carapaz es, en muchos sentidos, un reflejo de la evolución del ciclismo en Ecuador. Nacido en 1993 en la pequeña parroquia de El Carmelo, cerca de Tulcán, Carapaz comenzó a pedalear desde muy joven, utilizando inicialmente la bicicleta como medio de transporte para ir a la escuela. Su talento natural y determinación lo llevaron a participar en competencias locales y regionales, donde rápidamente comenzó a destacar. En 2013, a los 20 años, Carapaz dio el salto al ciclismo profesional, uniéndose al equipo colombiano Colombia-Coldeportes. Este fue el primer paso en una carrera que lo llevaría a conquistar algunas de las competencias más prestigiosas del mundo. [44, 45]

El ascenso de Carapaz no fue un fenómeno aislado, sino el resultado de años de desarrollo gradual del ciclismo en Ecuador. Antes de su irrupción en la escena internacional, ciclistas como Juan Carlos Rosero, quien participó en el Tour de Francia en 1986, y Giovanni Rosero, ganador de la Vuelta a Colombia en 2000, habían comenzado a poner a Ecuador en el mapa del ciclismo latinoamericano. Estos pioneros sentaron las bases para el éxito futuro, demostrando que los ciclistas ecuatorianos podían competir al más alto nivel. [46, 47]

El impacto de Richard Carapaz en la cultura carchense y ecuatoriana ha sido profundo y multifacético. Su victoria en el Giro de Italia de 2019 no solo fue un hito deportivo, sino también un momento de orgullo nacional que trascendió el mundo del ciclismo. Por primera vez, Ecuador se vio representado en lo más alto del podio de una de las tres grandes vueltas del ciclismo mundial. Este logro tuvo un efecto catalizador en el país, despertando un interés sin precedentes por el ciclismo y el deporte en general [2, 36].

En Tulcán y la provincia del Carchi, el efecto Carapaz ha sido aún más pronunciado. La región, ya conocida por su tradición ciclística, experimentó un elevado crecimiento tras el éxito de su figura más destacada. Se organizaron nuevos eventos ciclísticos, se mejoraron las rutas de entrenamiento y se crearon programas de desarrollo para jóvenes ciclistas. La figura de Carapaz se convirtió en un símbolo de superación y éxito, inspirando a una nueva generación de deportistas a perseguir sus sueños, a pesar de las adversidades [2].

Sin embargo, el éxito de Carapaz también puso de manifiesto los desafíos persistentes en el desarrollo deportivo de Ecuador, especialmente en regiones como Tulcán. La falta de infraestructura adecuada, programas de entrenamiento sistemáticos y apoyo financiero continúa siendo un obstáculo para muchos jóvenes talentos. La historia de Carapaz, quien tuvo que buscar oportunidades fuera de Ecuador para desarrollar su potencial, subraya la necesidad de una mayor inversión y atención al desarrollo deportivo a nivel local y nacional.

El problema de la falta de apoyo a los deportistas en Ecuador, y particularmente en Tulcán, es complejo y multifacético. A pesar del éxito de figuras como Carapaz, el país aún carece de un sistema integral de desarrollo deportivo que pueda identificar, nutrir y apoyar consistentemente el talento emergente. Los recursos limitados, la falta de entrenadores especializados y la ausencia de una planificación a largo plazo han sido obstáculos significativos para el progreso sostenido del deporte en el país.

En Tulcán, estos desafíos se amplifican debido a su ubicación geográfica y su limitada base económica. A pesar de ser la cuna de uno de los ciclistas más exitosos del mundo, la ciudad ha luchado por proporcionar la infraestructura y el respaldo necesarios para desarrollar y retener el talento deportivo local. La falta de velódromos, pistas de entrenamiento especializadas y centros de alto rendimiento ha obligado a muchos ciclistas prometedores a buscar oportunidades en otras partes del país o en el extranjero.

El contraste entre el éxito internacional de Carapaz y las dificultades que enfrentan los deportistas locales ha generado un debate nacional sobre la necesidad de reformar y mejorar las políticas deportivas del país. Se han planteado propuestas para aumentar la inversión en infraestructura deportiva, mejorar los programas de detección y desarrollo de talentos, y proporcionar mayor apoyo financiero y logístico a los atletas emergentes. Sin embargo, la implementación de estas iniciativas ha sido lenta y desigual, lo que subraya la necesidad de un compromiso más firme y sostenido por parte de las autoridades locales y nacionales.

A pesar de estos desafíos, el legado de Carapaz ha tenido un impacto positivo en la economía local de Tulcán y la región del Carchi. El turismo deportivo ha experimentado un auge, con ciclistas aficionados y profesionales de todo el mundo visitando la región para entrenar en las mismas rutas que forjaron al campeón olímpico. Esto ha llevado a la creación de nuevas oportunidades de negocio, desde tiendas especializadas en ciclismo hasta servicios de guía y alojamiento para cicloturistas. Además, la atención mediática generada por el éxito de Carapaz ha puesto a Tulcán en el mapa internacional, atrayendo inversiones y oportunidades de desarrollo que de otro modo podrían no haber llegado a la región[1].

El impacto cultural de Carapaz en el Carchi va más allá del ámbito deportivo. Su éxito ha generado un renovado sentido de orgullo e identidad regional. Las historias de su humilde origen y su ascenso a la cima del ciclismo mundial se han convertido en parte del folklore local, inspirando no solo a los aspirantes a ciclistas, sino a toda una generación de jóvenes carchenses a perseguir sus sueños con determinación y trabajo duro. Este cambio en la mentalidad colectiva podría tener implicaciones duraderas para el desarrollo social y económico de la región [2, 43].

En el contexto más amplio de Ecuador, el éxito de Carapaz ha tenido un efecto dominó en otros deportes. Su triunfo ha demostrado que, con el apoyo y las oportunidades adecuadas, los atletas ecuatorianos pueden competir y ganar en el escenario mundial. Esto ha llevado a un aumento en la inversión y el interés en una variedad de disciplinas deportivas, desde el atletismo hasta los deportes de combate. El gobierno ecuatoriano, reconociendo el potencial del deporte como herramienta de desarrollo social y proyección internacional, ha comenzado a implementar políticas más proactivas para el fomento del deporte de alto rendimiento. [38, 39]

Sin embargo, el camino hacia un sistema deportivo verdaderamente sostenible en Ecuador sigue siendo largo. El éxito de Carapaz, aunque inspirador, no puede ocultar las deficiencias estructurales que persisten en el deporte ecuatoriano. La falta de continuidad en las políticas deportivas, la limitada inversión en ciencia y tecnología aplicada al deporte, y la ausencia de un plan integral de desarrollo deportivo a largo plazo siguen siendo obstáculos significativos.

A nivel latinoamericano, la historia de Carapaz y el ciclismo ecuatoriano se inserta en un contexto más amplio de crecimiento y evolución del deporte en la región. Países como Colombia, que ha producido una serie de ciclistas de élite en las últimas décadas, han demostrado el potencial de América Latina para competir al más alto nivel en este deporte. El éxito de estos atletas ha llevado a un aumento en la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los países de la región, beneficiando a todo el ecosistema ciclístico latinoamericano.

Mirando hacia el futuro, el desafío para Ecuador y, en particular, para regiones como Tulcán, será capitalizar el momento generado por el éxito de Carapaz para construir un sistema deportivo más sólido y sostenible. Esto requerirá no solo una mayor inversión en infraestructura y programas de desarrollo, sino también un cambio en la mentalidad y la cultura deportiva del país. La creación de una base sólida de entrenadores, médicos deportivos y personal de apoyo será crucial para nutrir la próxima generación de talentos [3, 36, 44].

A medida que Ecuador continúa ganando reconocimiento en el escenario internacional del ciclismo, se hace evidente la necesidad de una estrategia más coherente y sostenible para nutrir y desarrollar el talento deportivo local. El legado de Carapaz no solo se mide en victorias y medallas, sino también en su capacidad para inspirar cambios positivos en la cultura deportiva de Ecuador y, específicamente, en su amada región del Carchi. Su éxito ha abierto una ventana de oportunidad para el país, una oportunidad para reimaginar y reconstruir su enfoque hacia el deporte y el desarrollo atlético.

El futuro del ciclismo ecuatoriano, y del deporte en general en el país, dependerá de cómo se aproveche esta oportunidad. Con una inversión adecuada, políticas bien diseñadas y un compromiso sostenido con el desarrollo deportivo, Ecuador tiene el potencial de convertirse en una potencia ciclística y deportiva en América Latina. El camino por recorrer es largo, pero el ejemplo de Richard Carapaz demuestra que, con determinación y apoyo, los sueños más ambiciosos pueden hacerse realidad. La próxima generación de ciclistas ecuatorianos ya está en camino, inspirada por el legado de Carapaz y lista para escribir el próximo capítulo en la emocionante historia del ciclismo en Ecuador [3, 40].

La historia del ciclismo en Ecuador, y particularmente el fenómeno Richard Carapaz, representa una narrativa de transformación y desafío. Desde sus humildes comienzos en las montañas del Carchi hasta los podios de las competencias más prestigiosas del mundo, el ciclismo ecuatoriano ha recorrido un largo camino. Sin embargo, este viaje también ha puesto de manifiesto las disparidades y desafíos que persisten en el desarrollo deportivo del país. La falta de apoyo sistemático a los atletas, especialmente en regiones como Tulcán, sigue siendo un obstáculo significativo para el surgimiento de nuevos talentos.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador.

2 Preliminares

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos de alternativas, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos [4, 45]. Con respecto al concepto "toma de decisiones", Schein, plantea [5]: es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización [6, 35].

Un proceso de toma de decisiones donde varían los objetos o decisiones, es considerado como un problema de toma de decisiones multicriterio [7, 46]. La evaluación multicriterio constituye una optimización con varias funciones objetivo simultaneas y un agente decisor. La ecuación 1 formaliza el problema planteado.

$$Max = F(x), x \in X \tag{1}$$

Donde:

x: es un vector $[x_1, , x_n]$ de las variables de decisión.

X: es la denominada región factible. Representa el dominio de valores posible que puede tomar la variable.

F(x): es un vector $[F_1 x, , F_n x]$ de las P funciones objetivos que recogen los criterios.

Max: representa la función a maximizar, esta no es restrictiva.

Específicamente los problemas multicriterio discretos constan básicamente de dos tipos de datos que constituyen el punto de partida para diferentes problemas de toma de decisiones multicriterio discreto (DMD).

2.1 Tomas de decisiones

Cada problema de toma de decisiones puede ser diferente, sin embargo a partir de la versatilidad de su naturaleza se puede definir un procedimiento para la resolución de problemas. La Figura 1 muestra un esquema para la resolución de problemas de toma de decisiones.



Figura 1: Procedimiento para la resolución de problema de toma de decisiones.

Para la resolución de problemas de toma de decisiones, diversos han sido los métodos multicriterios propuestos [8-10]. Cuando se desea emitir una ponderación para una determinada alternativa, los métodos de ordenamiento y agregación representan una forma viable para su aplicación[11], [12, 35]. Dentro de los métodos multicriterio clásicos se encuentra la ponderación lineal. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 2 [13-16],

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{2}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios [17-19]. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i. Se obteniene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio. Se asigna un peso $W_j (j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j.

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [20], [21], [22]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [23], [24, 35]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [25], [26], [36, 41]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\} n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [27-29]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{3}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,
F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 4.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)}\, r_{ij(T,I,F)} \tag{4}$$

Donde:
$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).
$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_j$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).
r_{ij}: representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

3 Diseño del método para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador

El método propuesto está diseñado para soportar el proceso método Neutrosófico para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador. Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, multiexperto donde se modela la del cumplimiento de los indicadores para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador. Utiliza en su inferencia el método multicriterio Ponderación Lineal Neutrosófica.

El método está diseñado mediante una estructura de tres etapas que en su conjunto determina la evaluación de competencias.

Etapa 1: Identificación de los criterios evaluativos.

Representa el conjunto de criterios que se valoran para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador. Constituye un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots c_n\}$, n ≥ 2, criterios para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador.

Etapa 2: Determinación de los pesos.

Para la determinación de los pesos asociados a las competencias se utiliza un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots e_m\}$, $m \geq 2$, donde E, representa los expertos que intervienen en el proceso.

Etapa 3: evaluación neutrosófica de la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador.

La etapa de evaluación representa el procesamiento del método para emitir el resultado de la inferencia propuesta. Se procesan los datos empleando el método de la ponderación lineal mediante la ecuación 4. Como resultado determina la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador.

4 Resultados y discusión

Para la implementación del método propuesto se realizó un estudio de caso donde se analizó el comportamiento de los indicadores evaluativos en un caso de estudio. La elección de Richard Carapaz como figura central de esta investigación se justifica por su impacto trascendental en el ciclismo ecuatoriano y latinoamericano. Carapaz, nacido en El Carmelo, cerca de Tulcán, no solo se ha convertido en el ciclista más exitoso de Ecuador, sino que también ha inspirado a una nueva generación de deportistas. Su victoria en el Giro de Italia en 2019 y su medalla de oro en los Juegos Olímpicos de Tokio 2020 marcan hitos sin precedentes en la historia deportiva del país. Sin embargo, entendemos que la historia de Carapaz no existe en el vacío, sino que es parte de una tradición ciclística más amplia en la región. [42, 47]

Por esta razón, esta investigación también se enfocará en otros ciclistas importantes de Ecuador, Carchi y Tulcán. Incluiremos figuras como Jonathan Caicedo, otro carchense que ha dejado su marca en el ciclismo internacional, ganando una etapa en el Giro de Italia 2020. También exploraremos la carrera de Jhonatan Narváez, oriundo de la provincia vecina de Imbabura, quien ha conseguido victorias de etapa en el Giro de Italia y se ha

destacado en el ciclismo europeo. Estos ciclistas, junto con otros como Jefferson Cepeda y Alexander Cepeda, forman parte de una nueva ola de talento ecuatoriano que está cambiando la percepción del ciclismo en el país y la región.

Retrocediendo en el tiempo, nuestra narrativa también incluirá a pioneros del ciclismo ecuatoriano como Juan Carlos Rosero, quien en 1986 se convirtió en el primer ecuatoriano en participar en el Tour de Francia. La inclusión de estas figuras históricas nos permitirá trazar una línea de desarrollo desde los primeros días del ciclismo competitivo en Ecuador hasta los éxitos actuales, proporcionando un contexto crucial para entender el fenómeno Carapaz.

Para recopilar esta información, realizaremos una investigación profundidad con ciclistas actuales, entrenadores, dirigentes deportivos y aficionados de larga data. Estas entrevistas serán importantes, permitiendo a los participantes compartir sus experiencias y percepciones de manera abierta y detallada. Complementaremos estas narrativas personales con un análisis exhaustivo de archivos periodísticos, registros de competencias y documentos históricos relacionados con el ciclismo en Ecuador. Reconocemos la importancia de la reflexividad en la investigación narrativa y, por lo tanto, mantendremos un diario reflexivo a lo largo del proceso de investigación para documentar nuestras propias perspectivas y cómo estas pueden influir en la interpretación de las narrativas.

Esta metodología nos permitirá construir una narrativa rica y muy importante del ciclismo ecuatoriano, que no solo celebre los logros de figuras como Richard Carapaz, sino que también explore las raíces profundas del deporte en la región y su impacto en la cultura e identidad locales. Al hacerlo, se espera contribuir a una comprensión más profunda del papel del ciclismo en el desarrollo deportivo y social de Ecuador, particularmente en la región del Carchi y Tulcán.

Etapa 1: Identificación de los criterios evaluativos.

Para el análisis y funcionamiento del método propuesto se utilizaron 6 criterios que hacen referencia a dimensiones para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador, tal como se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Criterios para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador.

No	Criterios	Descripción
1	Infraestructura y seguridad vial	Evaluar si las vías y la infraestructura existente son adecuadas y seguras para los ciclistas. La falta de carriles bici, señalización adecuada, y medidas de seguridad podría indicar la necesidad de un marco legal que promueva la construcción y mantenimiento de infraestructura
2	Promoción de la movilidad sostenible	Analizar si existen políticas públicas suficientes para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. Si el ciclismo no está adecuadamente incentivado o protegido por la legislación actual, se requeriría un marco legal para impulsar su desarrollo.
3	Protección del medio ambiente	Considerar el impacto ambiental de los medios de transporte tradicionales y si el ciclismo puede ser una herramienta efectiva para reducir la huella de carbono. Un marco legal podría apoyar los objetivos ambientales del país, promoviendo el ciclismo como una alternativa ecológica.
4	Salud pública y bienestar	Evaluar la contribución del ciclismo a la salud física y mental de la población. La falta de políticas que incentiven el ciclismo como actividad física puede señalar la necesidad de un marco legal que promueva este deporte como medio para mejorar la salud pública.
5	Regulación del uso de bicicletas y seguridad	Determinar si existen normas claras sobre el uso de bicicletas en áreas urbanas y rurales, y si son suficientes para garantizar la seguridad tanto de ciclistas como de peatones. Un marco legal puede establecer requisitos sobre el uso de cascos, reglas de tránsito para ciclistas, y sanciones en caso de infracciones.
6	Fomento del turismo deportivo	Evaluar si el ciclismo podría ser un motor para el desarrollo del turismo deportivo en el país. Si se identifica un potencial de crecimiento en este sector, un marco legal podría facilitar la organización de eventos, competencias y rutas ciclistas que atraigan tanto a locales como a turistas internacionales.

Etapa 2: Determinación de los pesos.

Para la etapa de determinación de los pesos atribuidos a las competencias, se realizó la consulta a 5 expertos que expresaron sus valoraciones sobre las competencias. Se obtuvieron las tablas valorativas las cuales fueron agregadas en una tabla resultante. La tabla 2 muestra el resultado de la valoración de los criterios una vez realizado el proceso de agregación.

Tabla 2: Peso atribuido a los criterios a partir de la consulta a expertos.

Criterios	Valoración del criterio $W_{(T,I,F)}$
C_1	[1,0.15,0.10]
C_2	[1,0.15,0.10]
C_3	[0.90,0.15,0.25]
C_4	[0.80,0.25,0.25]
C_5	[1,0.15,0.10]
C_6	[0.75,0.25,0.25]

Etapa 3: evaluación neutrosófica de la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de los criterios definidos por el personal de enfermería, se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de cada competencia. La Tabla 3 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 3: Procesamiento del sistema de toma de decisiones.

Competencias	**Pesos** $W_{(T,I,F)}$	**Preferencias**	$R_{i(T,I,F)}$
C_1	[1,0.15,0.10]	[1,0.10,0.15]	[1,0.10,0.15]
C_2	[1,0.15,0.10]	[1,0.10,0.15]	[1,0.10,0.15]
C_3	[0.90,0.15,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.95,0.025,0.015]
C_4	[0.80,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.905,0.025,0.015]
C_5	[1,0.15,0.10]	[0.75,0.10,0.15]	[0.87,0.25,0.25]
C_6	[0.75,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.87,0.25,0.25]
Índice			[0.93,0.15,0.25]

Para el caso de análisis se evidencia un índice de 0.93 lo que representa un muy alto índice de necesidad de la creación de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador.

5 Discusión

La historia de vida de Richard Carapaz es un testimonio de perseverancia y talento que ha transformado el panorama del ciclismo ecuatoriano. Nacido el 29 de mayo de 1993 en El Carmelo, una pequeña parroquia rural cerca de Tulcán, Carapaz creció en un entorno humilde donde la bicicleta era inicialmente un medio de transporte necesario. Su inicio en el ciclismo competitivo fue modesto, participando en carreras locales y regionales donde comenzó a destacar por su habilidad natural en las subidas [30, 35].

A pesar de su talento evidente, Carapaz enfrentó numerosas barreras y dificultades en su camino hacia el éxito. La falta de infraestructura adecuada para el entrenamiento en Tulcán, la escasez de recursos económicos para adquirir equipamiento de calidad y la limitada exposición a competencias de alto nivel fueron obstáculos significativos en sus primeros años. Además, la falta de un programa estructurado de desarrollo para ciclistas jóvenes en Ecuador significó que Carapaz tuvo que buscar oportunidades fuera del país para avanzar en su carrera.

El apoyo institucional a Carapaz en sus inicios fue limitado. Si bien recibió cierto respaldo de la Federación Ecuatoriana de Ciclismo, este fue insuficiente para cubrir las necesidades de un ciclista aspirante a profesional. Fue gracias al apoyo de su familia, especialmente de su padre, y de algunos patrocinadores locales que Carapaz pudo continuar su carrera. Esta falta de apoyo sistemático es un reflejo de los desafíos más amplios que enfrentan los deportistas en Ecuador, particularmente aquellos de regiones menos desarrolladas como el Carchi.

A pesar de estos obstáculos, Carapaz logró abrirse camino en el ciclismo profesional. Su gran salto llegó en 2016 cuando firmó con el equipo Movistar, lo que le permitió competir en las grandes vueltas europeas. Los logros de Carapaz comenzaron a acumularse rápidamente: ganó una etapa en el Giro de Italia de 2018, seguido por su victoria general en el Giro de 2019, convirtiéndose en el primer ecuatoriano en ganar una gran vuelta. Su éxito continuó con un tercer lugar en el Tour de Francia de 2021 y, lo más destacado, la medalla de oro en la prueba de ruta de los Juegos Olímpicos de Tokio 2020 [31].

Estos logros no solo han elevado el perfil de Carapaz a nivel internacional, sino que también han tenido un impacto significativo en Ecuador. Han inspirado a una nueva generación de ciclistas y han puesto de relieve la necesidad de un mayor apoyo al deporte en el país.

Propuesta legal para el apoyo al ciclismo:

Basándonos en la experiencia de Carapaz y las dificultades que enfrentan los ciclistas en el Carchi, proponemos la "Ley de Fomento y Desarrollo del Ciclismo en la Provincia del Carchi". Esta propuesta legal busca crear un marco normativo que facilite el desarrollo del ciclismo en la región. A continuación, se presentan los principales componentes de esta propuesta:

Fondo de Desarrollo del Ciclismo: Establecimiento de un fondo específico para el desarrollo del ciclismo en el Carchi, financiado por una combinación de recursos provinciales y nacionales. Este fondo se destinaría a la mejora de infraestructura, adquisición de equipamiento y apoyo directo a ciclistas prometedores.

Programa de Becas para Ciclistas: Creación de un programa de becas que permita a los ciclistas jóvenes del Carchi acceder a entrenamiento de alto nivel, participar en competencias nacionales e internacionales, y continuar su educación.

Barreras potenciales para la implementación de esta propuesta incluyen limitaciones presupuestarias a nivel provincial y nacional, posible resistencia de otros sectores que compiten por recursos, y desafíos en la coordinación entre diferentes niveles de gobierno. El alcance de la ley se limitaría inicialmente a la provincia del Carchi, pero podría servir como modelo para iniciativas similares en otras regiones del país.

Esta propuesta legal busca abordar las deficiencias sistémicas que Carapaz y otros ciclistas han enfrentado, creando un entorno más propicio para el desarrollo del talento ciclístico en el Carchi. Al proporcionar apoyo estructural y financiero, se espera fomentar el surgimiento de más figuras como Carapaz, contribuyendo así al desarrollo deportivo y económico de la región.

La trayectoria de Richard Carapaz y su impacto en el ciclismo ecuatoriano representa un fenómeno complejo que hacia el ámbito meramente deportivo. El éxito que ha tenido Carapaz, culminando con su victoria en el Giro de Italia 2019 y la medalla de oro olímpica en Tokio 2020, ha incrementado al ciclismo ecuatoriano a la vista internacional, marcando un antes y un después en la historia deportiva del país. Este logro debe incluirse dentro de la evolución del ciclismo latinoamericano, donde países como Colombia han dominado tradicionalmente. El gran desempeño de Carapaz sugiere un cambio en la dinámica regional, posicionando a Ecuador como una nueva potencia en el ciclismo de montaña.

Ciclistas destacados del Ecuador:

Richard Carapaz:
- 2019: Ganador del Giro de Italia
- 2020: 2º lugar en la Vuelta a España
- 2021: Medalla de oro en los Juegos Olímpicos de Tokio (ruta)
- 2021: 3er lugar en el Tour de Francia

Jonathan Caicedo:
- 2015: Campeón nacional de ruta de Ecuador
- 2020: Ganador de una etapa en el Giro de Italia

Jhonatan Narváez:
- 2019: Campeón nacional de contrarreloj de Ecuador
- 2020: Ganador de una etapa en el Giro de Italia

Jefferson Cepeda:
- 2019: Campeón nacional de ruta de Ecuador
- 2020: 2º lugar en la clasificación de jóvenes del Giro de Italia

Alexander Cepeda:
- 2019: Campeón panamericano sub-23 de contrarreloj
- 2021: Participación en el Giro de Italia

Byron Guamá:
- Múltiple campeón nacional de Ecuador (ruta y contrarreloj)
- 2008: Ganador de la Vuelta a Ecuador

Segundo Navarrete:
- 2010: Campeón de la Vuelta a Ecuador
- Múltiples victorias de etapa en vueltas nacionales

Cristian Toro:
- 2017: Campeón nacional de ruta de Ecuador
- Victorias de etapa en vueltas nacionales e internacionales

Jorge Montenegro:
- 2016: Campeón nacional de ruta de Ecuador
- Victorias de etapa en la Vuelta a Ecuador y otras competencias regionales

Juan Carlos Rosero:
- 1986: Primer ecuatoriano en participar en el Tour de Francia
- Múltiple campeón nacional y ganador de la Vuelta a Ecuador

Según [32] el impacto de Carapaz en su natal Carchi y en todo Ecuador ha sido profundo e importante. Se ha observado un aumento significativo en el interés por el ciclismo entre los jóvenes, así como una mayor inversión en infraestructura ciclística en el territorio. Sin embargo, este caso también cuestiona las persistentes barreras para el desarrollo deportivo en Ecuador, incluyendo la falta de apoyo económico, limitaciones en infraestructura y escasez de programas de desarrollo. La experiencia de Carapaz contrasta con la de otros ciclistas ecuatorianos que no han logrado el mismo nivel de éxito, lo que plantea preguntas sobre si se puede volver a tener un exponente con su misma trayectoria y la necesidad de un enfoque más estructurado en el desarrollo de talentos.

Las implicaciones políticas y sociales del éxito de Carapaz son significativas. Su triunfo ha generado un debate nacional sobre la necesidad de reformular las políticas deportivas, especialmente en regiones pequeñas como el Carchi. Esto se relaciona con temas más amplios de desarrollo y la búsqueda de nuevas alternativas para el progreso económico y social en áreas tradicionalmente marginadas. Mirando hacia el futuro, el desafío para Ecuador será enfocarse en los efectos de Carapaz para crear una sociedad sostenible que pueda producir consistentemente ciclistas de élite y mejorar las condiciones generales para la práctica del ciclismo para todas las personas [33, 36].

Para [34]es importante reconocer las limitaciones de este estudio, que se centra principalmente en el caso individual de Carapaz y puede no capturar completamente los puntos al rededor del ciclismo en Ecuador. Se necesita más investigación para comprender cómo los factores socioeconómicos, geográficos y culturales intervienen en el desarrollo de talentos deportivos en diferentes regiones del país. Desde una perspectiva teórica, el caso de Carapaz contribuye al debate sobre el papel de los deportistas destacados en el desarrollo social, al mismo tiempo que desafía las nociones que anteriormente se tenía sobre el ciclismo mundial.

Mientras celebramos los logros de Carapaz y lo que ha generado a nivel social y económico a nivel del país y nivel de su ciudad natal, es crucial mantener una visión crítica y reflexiva. Su éxito, aunque inspirador, también revela las deficiencias estructurales en el sistema deportivo ecuatoriano y nos expone que el verdadero legado de Carapaz se reflejará no solo por sus victorias personales, sino por su capacidad para realizar cambios duraderos en el apoyo y desarrollo del ciclismo y otros deportes en Ecuador. Este caso nos invita a reconsiderar cómo las naciones en desarrollo pueden aprovechar el éxito deportivo individual para impulsar un cambio social y económico más amplio.

6 Conclusión

A partir del desarrollo del método neutrosófico para determinar la necesidad de un marco legal para el desarrollo del ciclismo en Ecuador. La historia de Richard Carapaz y su impacto en el ciclismo ecuatoriano representa un hecho transformador en el panorama deportivo del país. Su trayectoria, desde las empinadas carreteras del Carchi hasta los podios internacionales, no solo ha definido las posibilidades para los ciclistas ecuatorianos, sino que también ha puesto de manifiesto tanto el potencial como las deficiencias en el sistema deportivo nacional y es que el éxito de Carapaz ha generado un efecto que ha inspirando a una nueva generación de ciclistas y despertando un interés sin precedentes en el deporte, sin embargo, este logro individual también ha expuesto las brechas significativas en el apoyo institucional, la infraestructura y las políticas de desarrollo deportivo en Ecuador, especialmente en regiones como el Carchi.

La narrativa de Carapaz trasciende el ámbito deportivo, convirtiéndose en un símbolo de superación y orgullo nacional, y planteando importantes cuestiones sobre el papel del deporte en el desarrollo social y económico del país, ya que, su éxito ha demostrado que, con talento, determinación y las oportunidades adecuadas, los atletas ecuatorianos pueden competir y triunfar en el más alto nivel internacional. No obstante, también subraya la urgente necesidad de un enfoque más sistemático y sostenible para el desarrollo del talento deportivo en Ecuador.

Referencias

[1] J. A. Gómez, J. Mantilla, M. Posso, and X. Maldonado, “Ciclismo de montaña como motor del desarrollo sostenible del turismo local en Ecuador,” *Información tecnológica,* vol. 29, no. 5, pp. 279-288, 2018.

[2] D. S. Yandun Duarte, "La imagen de Richard Carapaz y su influencia en el desarrollo del turismo Local, en la parroquia El Carmelo."

[3] K. N. Uyaguari Morocho, “Propuesta de plan de marca personal deportiva para José Andrés Sarmiento JAS,” Universidad del Azuay, 2024.

[4] S. Herbert, “The new science of management decision,” *New York*, 1960.

[5] E. B. F. Fincowsky, “Toma de decisiones empresariales,” *Contabilidad y Negocios* vol. Vol 6, No 11, pp. 113-120. ISSN 1992-1896, 2011.

[6] E. SCHEIN, “Process consultation,” 1988.

[7] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, “Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps,” *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[8] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.

[9] N. ValcÃ, and M. Leyva-VÃ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, pp. 45-51, 2018.
[10] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.
[11] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.
[12] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.
[13] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.
[14] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.
[15] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.
[16] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.
[17] 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.
[18] 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.
[19] 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.
[20] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[21] 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.
[22] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
[23] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.
[24] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.
[25] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
[26] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[27] 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.
[28] 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.
[29] 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.
[30] M. Murga, "El oro olímpico de Carapaz, un llamado de atención para el país," 2021.
[31] A. M. Rodríguez Ayala, "Propuesta de una Política Pública para impulsar el desarrollo del Deporte de Alto Rendimiento en la provincia del Carchi."
[32] G. A. Jaramillo Gaona, "Situación actual del apoyo y seguimiento a los deportistas élite en Ecuador," Quito: Universidad de las Américas, 2018, 2018.
[33] J. I. León Campuzano, "Preparación de los deportistas de alto rendimiento en el Ecuador," Quito: Universidad de las Américas, 2019, 2019.
[34] J. P. Rodríguez Chuquimarca, "Análisis de las políticas públicas y el marco organizacional vinculado al deporte de alto rendimiento de Ecuador," Quito, EC: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, 2020.
[35] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.
[36] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.
[37] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[38] Lanchimba Ponce, M. V. “La inobservancia del principio de contradicción en el procedimiento expedito para el juzgamiento en contravenciones de violencia intrafamiliar y su incidencia en el debido proceso en el cantón Ibarra año 2020.” (Master's thesis), 2022.

[39] Yépez Revelo, M. F. “La imprescriptibilidad de la acción penal en delitos sexuales en contra de niñas, niños y adolescentes, cuando el imputado es adolescente en la ciudad de Ibarra en el año 2020.” (Master's thesis), 2022.

[40] Castro Villamarín, M. P. “La Garantía Constitucional de motivación frente al despido de los servidores públicos contratados bajo la modalidad de nombramientos provisionales, en el cantón Babahoyo en el año 2020.” (Master's thesis), 2022.

[41] Domínguez Oñate, M. E. “Inaplicación del artículo 25 de la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario, transgrede derechos fundamentales, durante el primer semestre del año 2021 en la provincia de Imbabura” (Master's thesis), 2022.

[42] Coque Coque, K. P. “La justicia restaurativa, garantías constitucionales, conciliación, en cuanto al monto en los delitos de la propiedad, en el cantón Salcedo en el año 2021” (Master's thesis), 2022.

[43] Goyes García, J. F., Romero Fernández, A. J., Alfonso González, I., & Latorre Tapia, L. F. “Desgaste emocional de docentes universitarios en entornos virtuales de formación en período de contingencia sanitaria”. Conrado, vol. 17 núm. 81, pp 379-386, 2021.

[44] Torres, G. A. F., Torres, D. A. F., & Fernández, A. R. “Propuesta de instrumento para evaluar la calidad de los servicios y satisfacción de los usuarios en el proceso de inscripción de una institución de educación superior”. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2019.

[45] Fernández, A., González, C., Moncada, J., Pearson, G., Picado, M., & Salas, R. “Normas nacionales. Componentes de salud física: Estudiantes costarricenses entre 8 y 17 años”. Baula, 2001.

[46] Fernández, A. R., Carballido, R. M., & Herrera, A. A. “Números neutrosóficos de valor único y proceso analítico jerárquico para la discriminación de proyectos”. Investigación Operacional, vol. 751, pp 151-191, 2020.

[47] Romero Fernández, A. J., & Álvarez Gómez, G. “Pertinencia de la maestría en Gerencia de Salud de la Universidad Regional Autónoma de los Andes”. Educación Médica Superior, vol. 32 núm. 1, pp 18-33, 2018.

Recibido: 22 de octubre de 2024. Aceptada: 15 de diciembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método multicriterio neutrosófico para el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial

Neutrosophic multicriteria method for the analysis of the lack of Afro-Ecuadorian territorial constituencies of special regime

Erik Jhosue Rodríguez Huera[1], Carmen Marina Méndez Cabrita[2], Kevin Libardo Arteaga Rosero[3], and Joseline Micaela Chugá Montenegro[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Tulcán. Ecuador; dt.erikjrh87@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Tulcán. Ecuador; ut.carmenmmc56@uniandes.edu
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Tulcán. Ecuador; dt.kevinlar46@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Tulcán. Ecuador; joselinemcm94@uniandes.edu.ec

Resumen. La falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador es una problemática significativa, a pesar del marco legal establecido en la Constitución de 2008 y el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. A pesar del marco legal existente, estas circunscripciones no se han constituido, afectando negativamente a las comunidades. El objetivo de la investigación es desarrollar un método multicriterio neutrosófico para el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial Fue necesario explorar temas como la autonomía territorial, la representación política y los desafíos prácticos y legales. El estudio examina diferentes interpretaciones del proceso de consulta para la conformación de estas circunscripciones, utilizando datos cuantitativos para diagnosticar la situación actual. Aborda la complejidad del tema desde múltiples perspectivas, incluyendo desigualdades regionales, intereses políticos, y limitaciones en recursos y capacidades. Además, analiza cómo la modificación de circunscripciones podría alterar la distribución del poder político y generar resistencias, así como la tensión entre la autonomía comunitaria y los principios de unidad del Estado ecuatoriano.

Palabras Claves: método multicriterio neutrosófico, circunscripciones territoriales afroecuatorianas, derechos colectivos, autonomía territorial, plurinacionalidad

Abstract. The lack of formation of Afro-Ecuadorian territorial constituencies with a special regime in Ecuador is a significant problem, despite the legal framework established in the 2008 Constitution and the Organic Code of Territorial Organization, Autonomy and Decentralization. Despite the existing legal framework, these constituencies have not been established, negatively affecting the communities. The objective of the research is to develop a multi-criteria neutrosophic method for the analysis of the lack of formation of Afro-Ecuadorian territorial constituencies with a special regime. It was necessary to explore issues such as territorial autonomy, political representation, and practical and legal challenges. The study examines different interpretations of the consultation process for the formation of these constituencies, using quantitative data to diagnose the current situation. It addresses the complexity of the issue from multiple perspectives, including regional inequalities, political interests, and limitations in resources and capacities. In addition, it analyses how the modification of constituencies could alter the distribution of political power and generate resistance, as well as the tension between community autonomy and the principles of unity of the Ecuadorian State.

Keywords: multi-criteria neutrosophic method, Afro-Ecuadorian territorial constituencies, collective rights, territorial autonomy, plurinationality

1 Introducción

La conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial representa un desafío crucial en el contexto del Estado plurinacional ecuatoriano. A pesar de estar contempladas en la Constitución de 2008 y en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), estas entidades territoriales aún no se han materializado, planteando interrogantes sobre los obstáculos que impiden su implementación.

En [1] se realizó un análisis exhaustivo del marco constitucional y legal en Ecuador respecto al reconocimiento de derechos colectivos y territoriales de los pueblos y nacionalidades, específicamente del pueblo afroecuatoriano. Examinó cómo la Constitución de 2008 abrió la posibilidad de conformar circunscripciones territoriales indígenas y afroecuatorianas de régimen especial. Sin embargo, identificó vacíos legales y falta de reglamentación que han obstaculizado la materialización de esta figura territorial.

En [2] se cuestiona si esta propuesta es realmente la mejor vía para garantizar los derechos de los afroecuatorianos. Plantea preocupaciones sobre potenciales riesgos como la fragmentación del territorio nacional, debilitamiento de la unidad del Estado, dificultades para gestionar de manera eficiente estos nuevos territorios descentralizados, entre otros. También analiza los desafíos que implicaría la delimitación de estas circunscripciones y la definición de competencias y recursos.

Los informes elaborados en el año 2023 por el Consejo Nacional para la Igualdad de Pueblos y Nacionalidades documentan la situación de vulnerabilidad, discriminación y falta de reconocimiento de derechos colectivos que enfrentan los pueblos y nacionalidades afroecuatorianos e indígenas en el país. Plantean como una de las principales demandas la necesidad de implementar circunscripciones territoriales de régimen especial como un mecanismo para proteger sus derechos ancestrales sobre sus territorios [3, 22].

El investigador de la Universidad Andina Simón Bolívar, José Dionicio, ha realizado análisis sobre los complejos desafíos jurídicos, políticos e institucionales que implicaría la creación de circunscripciones territoriales indígenas y afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador. Evalúan temas como la delimitación territorial, la distribución de competencias entre estos nuevos territorios y los gobiernos locales y nacionales, el manejo de recursos naturales, la autonomía política y jurídica, entre otros aspectos medulares a resolver [4, 30].

Por su parte, el trabajo de [5] analiza cómo la autonomía territorial podría influir en el desarrollo sostenible de estas comunidades. Los autores examinan aspectos económicos, sociales y ambientales, concluyendo que la autonomía podría tener un impacto positivo, pero advirtiendo sobre la necesidad de establecer mecanismos claros de gobernanza y capacitación. La investigación de [6], identifica retos de coordinación entre estas nuevas entidades y los niveles de gobierno existentes. Los autores analizan desafíos como la superposición de competencias, coordinación fiscal y complejidades en la representación política, concluyendo que es necesario un marco institucional robusto y flexible. [31, 32]

En la presente investigación se propone examinar las barreras jurídicas, administrativas y sociales que han obstaculizado la creación de estas circunscripciones, así como analizar sus implicaciones para los derechos colectivos de las comunidades afroecuatorianas. El estudio busca no solo identificar los impedimentos actuales, sino también proponer soluciones concretas que faciliten la creación de estas circunscripciones, respetando la identidad cultural y los derechos territoriales de las comunidades afroecuatorianas.

En este sentido esta investigación se propone como objetivo general: desarrollar un método multicriterio neutrosófico para el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador, con el propósito de desarrollar una propuesta integral que facilite su implementación efectiva, garantizando la autonomía y representación de las comunidades afroecuatorianas, y contribuyendo al fortalecimiento de sus derechos colectivos y culturales en concordancia con los principios constitucionales del Estado ecuatoriano. [33]

2 Materiales y métodos

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades [7, 8, 24]. El método basa su funcionamiento a partir un entorno neutrosófico para modelar la incertidumbre. Se sustenta sobre un esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados lingüísticos en un entorno neutrosófico [9]. La figura 1 muestra las actividades fundamentales del método propuesto.

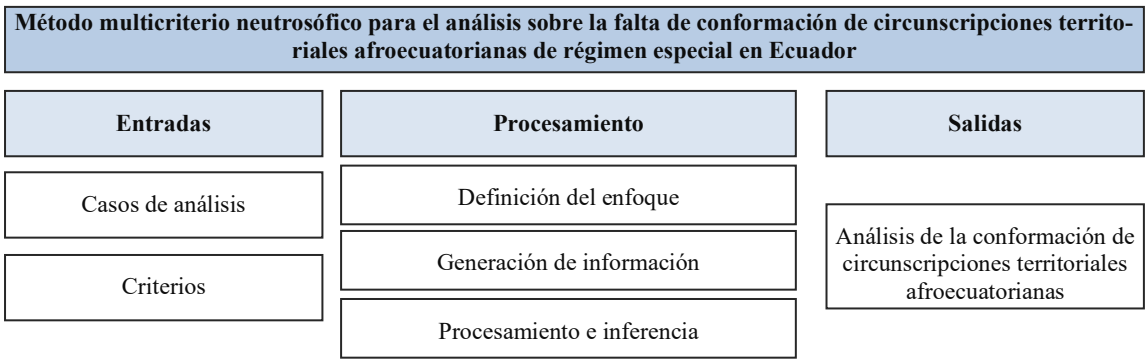


Figura 1: Representación del método propuesto.

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo sobre el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información, y procesamiento e inferencia [10, 21, 29]. A continuación se describen las diferentes etapas del método:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para analizar el estado de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador. El marco se modela a partir de los siguientes elementos:

- Sea $E = \{e_1, , e_n\}, (n > 2)$ un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1, , ti_m\}, (m > 2)$ un conjunto de casos de análisis.
- Sea $C = \{c_1, , c_k\}, (k > 2)$ un conjunto de criterios que caracterizan el estado de conformación de circunscripciones territoriales.

Se utiliza un marco de información heterogéneo [11], [12], [23]. Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico [13, 14]. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones.

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1:

$$P_j^i = \left\{p_{j1_1}^i, , p_{jh}^i\right\} \tag{1}$$

Donde:

P_j^i representa la preferencia otorgada al criterio c_k sobre los casos de análisis r_j expresado por el experto e_i .

La etapa obtiene las informaciones que son de necesidad para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la inferencia de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre la conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador.

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de, a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos, realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable. Para ello la información es unificada y agregada [15, 16]. A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.

A 2TLNNS se define como [17, 21, 25]:

A partir de $S = \left\{s_0, , s_g\right\}$ que representa una 2TLSs con cardinalidad impar t + 1.

Se define para $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ y a,b,c ∈ [0, t], donde $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ expresan independientemente del grado de verdad, grado de indeterminación y el grado de falsedad por 2TLSs.

Por lo tanto: 2TLNNSs se define:

$$l_j = \left\{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\right\} \tag{2}$$

Donde:

$$0 \leq \Delta^{-1}(St_j, a) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(Si_j, b) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(Sf_j, c) \leq t$$

$$0 \leq \Delta^{-1}(St_j, a) + 0 \leq \Delta^{-1}(Si_j, b) + 0 \leq \Delta^{-1}(Sf_j, c) \leq 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [18].

Sea

$l_1 = \{(St_1, a), (Si_1, b), (Sf_1, c)\}$ a

2TLNN en L la función de puntuación y precisión en l_1 se define como:

$$S(l1) = \Delta\left\{\frac{2t + \Delta^{-1}(St_1, a) - \Delta^{-1}(Si_1, a) - \Delta^{-1}(Sf_1, a)}{3}\right\}, \Delta^{-1}\big(s(l_1)\big) \in [0, t] \quad (3)$$

$$H(l1) = \Delta\left\{\frac{t + \Delta^{-1}(St_1, a) - \Delta^{-1}(Sf_1, a)}{2}\right\}, \Delta^{-1}\big(h(l_1)\big) \in [0, t] \quad (4)$$

3. Procesamiento e inferencia:

La información se unifica en un dominio lingüístico específico (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

a) Seleccionar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T) .

b) Transformación de valores numéricos en [0, 1] al $F(S_T)$.

c) Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de los casos de análisis.

El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto [19, 21],[20] teniendo en cuenta su conocimiento sobre el proceso de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador. El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre los casos de análisis, esta clasificación permite priorizar los casos analizados con más valor.

El caso de análisis más significativo es aquella que tiene la evaluación colectiva máxima $Max\{(r_l, a_j), = 1,2,,n\}$. Los requisitos se priorizan según este valor en orden decreciente. [22, 26, 29]

3 Resultados y discusión

La presente sección, describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para para el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador. Se realizó un estudio de caso aplicado. El objetivo consistió en determinar el estado de la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método.

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$\mathrm{E} = \{\mathrm{e}_1,, \mathrm{e}_3\}$, que representan los 3 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$\mathrm{Ps} = \{\mathrm{Ps}_1,, \mathrm{Ps}_6\}$, de 6 Casos de análisis

A partir de la valoración de los $\mathrm{C} = \{\mathrm{c}_1,, \mathrm{c}_7\}$, los cuales conforman los 7 criterios valorativos.

Para establecer los criterios evaluativos relacionados con la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador, se consultó a tres expertos que realizaron su análisis basándose en seis casos específicos. En este proceso, se llevaron a cabo entrevistas estructuradas en las que cada especialista examinó detalladamente las particularidades de los casos seleccionados, identificando factores críticos que influyen en la situación. Durante las entrevistas, los expertos discutieron y compararon las realidades de cada caso, enfocándose en aspectos como el marco legal, la participación comunitaria, las desigualdades regionales, las condiciones políticas, los recursos disponibles y el impacto socioeconómico. Con base en esta revisión, se solicitó a los especialistas que priorizaran los criterios según su relevancia en relación con los casos analizados. Esto permitió la formulación de un conjunto de criterios bien fundamentados, que reflejaron de manera precisa las complejidades en la conformación de circunscripciones y las circunstancias particulares de las comunidades afroecuatorianas en cada uno de los contextos estudiados. La integración de sus recomendaciones garantizó que los criterios seleccionados fueran representativos y pertinentes para abordar de manera efectiva la pro-

blemática en cuestión. La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

Tabla 1: Criterios utilizados para el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales.

No.	Criterio	Descripción
1	Marco legal y normativo	Existencia y claridad del marco legal que respalda la creación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas, considerando la Constitución de 2008 y los códigos relacionados. Disposiciones específicas que faciliten o limiten la conformación de estas circunscripciones.
2	Participación comunitaria	Inclusión y participación de las comunidades afroecuatorianas en el proceso de consulta necesario para la conformación de circunscripciones. Considera la efectividad de los mecanismos de participación y la representación de sus intereses en los procesos decisionales.
3	Desigualdades regionales	Disparidades socioeconómicas que existen en las regiones en cuestión. Se analiza cómo estas desigualdades pueden influir en la toma de decisiones respecto a la conformación de circunscripciones y cómo afectan a la comunidad afroecuatoriana en términos de acceso a recursos y servicios.
4	Condiciones políticas	Entorno político actual y las dinámicas de poder que podrían influir en la conformación de circunscripciones. Esto incluye la identificación de intereses políticos enfrentados, la posibilidad de resistencias por parte de actores estatales, y la disposición de los gobiernos locales para apoyar este proceso.
5	Recursos y capacidades	Recursos disponibles: financieros, humanos, legales e intelectuales, para la creación y gestión de circunscripciones territoriales. Se analizan las capacidades organizativas de las comunidades afroecuatorianas para impulsar y mantener estas circunscripciones.
6	Impacto socioeconómico	Posibles repercusiones socioeconómicas que podría generar la conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas. Este criterio busca entender cómo dicha conformación podría mejorar o deteriorar la calidad de vida de las comunidades en términos de acceso a servicios básicos, empleo y desarrollo económico.
7	Sostenibilidad	Evalúa la capacidad de las circunscripciones territoriales afroecuatorianas para mantenerse y desarrollarse a largo plazo. Se consideran factores como la disponibilidad de recursos financieros a lo largo del tiempo, la capacidad de la comunidad para gestionar de manera efectiva estas circunscripciones, y el impacto en la cohesión social y el desarrollo económico sostenible. La viabilidad de las circunscripciones también incluirá la evaluación de posibles alianzas o apoyos necesarios para su establecimiento y funcionamiento continuo.

Cada experto podrá emitir la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Se elige un dominio lingüístico común para verbalizar los resultados que se expresan en la Figura 2.

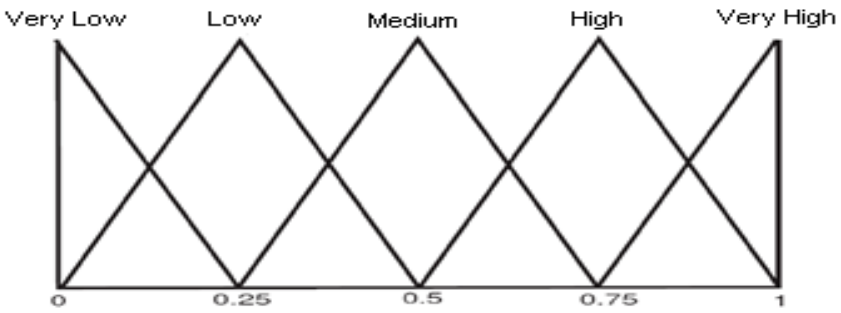


Figura 2. Dominio de Selección S_T.

Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2 [16].

Tabla 2: 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)

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre los casos de análisis, son almacenadas para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la Tabla 3. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T.

Tabla 3: Presentación de los resultados

	e_1			e_2			e_3		
c_1	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]
c_2	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]
c_3	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.5, 0.1, 0.4]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]
c_4	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.5, 0.2, 0.4]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.7, 0.3, 0.1]
c_5	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]
c_6	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.5, 0.1, 0.4]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]
c_7	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.4, 0.1]

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación de los casos de análisis. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por para cada experto [19, 22, 30]. En este caso los vectores de ponderación W=(0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9).

Tabla 4: Procesamiento del resultado de los datos.

Casos de análisis	Preferencias
Ps_1	[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]
Ps_2	[0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.9, 0.9]
Ps_3	[0.8, 0.7, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]
Ps_4	[0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9]
Ps_5	[0.3, 0.9, 0.6, 0.4, 0.6, 0.9, 0.9]
Ps_6	[0.6, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.6]

Para calcular la evaluación colectiva, el operador 2-TLNNWA se utiliza el vector de ponderación V= [0.6, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.6] de la tabla 5.

Tabla 5: Evaluación colectiva para los casos de análisis.

[0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9]	Ps_4
[0.3, 0.9, 0.6, 0.4, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_2
[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_6
[0.9, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_1

Finalmente, se ordenan todas las evaluaciones colectivas y se establece una clasificación entre los casos de análisis con el propósito de identificar las mejores alternativas de puntuación calculadas.

Tabla 6: Resultados de la función de puntuación.

[0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9]	Ps_4
[0.3, 0.9, 0.6, 0.4, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_2
[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_6

En el estudio de caso, la clasificación de los casos de análisis quedó recomendada como sigue:

$Ps_4 < Ps_2 < Ps_6$, siendo este el orden de casos con más probabilidades de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial. Sin embargo, la práctica muestra que aún son insuficientes las condiciones.

La implementación del método multicriterio neutrosófico permitió identificar y clasificar 6 casos relacionados con la conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial. Sin embargo, los resultados muestran que, a pesar de las probabilidades favorables, las condiciones reales son insuficientes para avanzar en este proceso. Uno de los hallazgos más significativos radica en el marco legal y normativo existente. La Constitución de 2008 y otros códigos relacionados ofrecen un respaldo teórico para la creación de estas circunscripciones; sin embargo, las disposiciones específicas que podrían facilitar este proceso son frecuentemente interpretadas de manera restrictiva por parte de las instituciones gubernamentales. Esto genera incertidumbre en las comunidades, las cuales pueden percibir una falta de voluntad política para implementar las medidas necesarias. [27, 28, 31]

Otro aspecto crucial es la participación comunitaria, que se reconoce como fundamental para garantizar que las necesidades e intereses de las comunidades afroecuatorianas sean genuinamente representados en los procesos de toma de decisiones. Sin embargo, los resultados indican que estas comunidades a menudo carecen de los mecanismos adecuados para ser escuchadas. La falta de recursos y apoyo logístico puede limitar su capacidad para participar efectivamente en los procesos de consulta, lo que resulta en decisiones que no reflejan el consenso real de la población. Esta situación puede generar desconfianza hacia las instituciones y fomentar una resistencia que, a la larga, afecta la legitimidad del proceso de conformación de circunscripciones. [21, 22, 32]

Las disparidades socioeconómicas en las regiones en cuestión son otro desafío significativo a considerar. Las desigualdades existentes pueden influir en la toma de decisiones respecto a la conformación de circunscripciones,

y si no se aborda adecuadamente, la implementación podría perpetuar o aumentar estas disparidades. Esto podría generar conflictos a nivel comunitario, deslegitimando el proceso y alejando a las comunidades actuales de la búsqueda de sus derechos territoriales. La conformación de circunscripciones debe abordarse con un enfoque equitativo que garantice recursos y servicios adecuados para todos.

En el ámbito político, el entorno actual presenta un escenario complejo, caracterizado por la coexistencia de múltiples intereses que a menudo entran en conflicto. La resistencia de actores estatales y políticos puede ser un factor decisivo en la dificultad para establecer dichas circunscripciones. Las dinámicas de poder en juego sugieren que las decisiones pueden estar más influenciadas por intereses partidistas que por las verdaderas necesidades de las comunidades afroecuatorianas. Para superar este desafío, es necesario considerar alianzas estratégicas y la movilización de apoyos, recursos que podrían ser fundamentales para generar un entorno propicio para estas iniciativas. [33]

Además, la disponibilidad de recursos y capacidades organizativas dentro de las comunidades es esencial para el éxito del proceso. Muchos grupos afroecuatorianos enfrentan limitaciones en términos de recursos financieros, humanos y legales, lo que dificulta su capacidad para impulsar y gestionar la conformación de circunscripciones de manera efectiva. La capacitación de líderes y el fortalecimiento de la organización comunitaria son elementos clave que deberán ser promovidos si se busca establecer una estructura sólida y sostenible para esta conformación.

La posible repercusión socioeconómica de la creación de circunscripciones es una preocupación legítima que debe ser considerada desde el inicio del proceso. La falta de un plan claro y de apoyo para asegurar beneficios tangibles, como el acceso a servicios básicos, empleo y desarrollo económico, puede llevar a un escenario en el que las comunidades experimenten más desventajas que ventajas. Por lo tanto, la evaluación de impacto debe ser un componente integral del proceso, permitiendo que las decisiones se tomen con una base informada y responsable.

Asimismo, la sostenibilidad de las circunscripciones territoriales afroecuatorianas debe ser vista como un criterio crucial que implica una visión a largo plazo. Sin recursos financieros garantizados y una capacidad organizativa efectiva, las iniciativas probablemente fracasarán. Asimismo, es necesario manejar las tensiones que existen entre la autonomía de las comunidades y la estructura del Estado ecuatoriano. Hallar un equilibrio que permita el desarrollo de las comunidades sin comprometer la cohesión social ni la unidad del Estado será esencial para el avance de la conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas.

Aunque los resultados del Método multicriterio neutrosófico identificaron 3 casos con potencial para la conformación de circunscripciones, las complejidades derivadas de desigualdades sociales, intereses políticos y limitaciones en recursos presentan serios obstáculos. Para avanzar en este proceso, es fundamental realizar esfuerzos concertados que integren la voz de las comunidades afroecuatorianas en un marco que no solo las reconozca, sino que también busque su empoderamiento. Solo a través de un enfoque inclusivo y sostenible se podrá lograr una representación justa y equitativa en el ámbito territorial en Ecuador.

4 Conclusión

A partir del desarrollo de la investigación propuesta, se obtuvo un método multicriterio neutrosófico para el análisis sobre la falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial en Ecuador. La implementación del método propuesto, basó su funcionamiento en métodos neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

La falta de conformación de circunscripciones territoriales afroecuatorianas de régimen especial es un problema multifacético que involucra obstáculos administrativos, legales y políticos. Es necesario abordar estas barreras de manera integral para avanzar en la implementación de estas circunscripciones. El marco legal actual se percibe como inadecuado para la creación efectiva de estas circunscripciones. Se recomienda una revisión y actualización de la legislación pertinente, particularmente del COOTAD, para proporcionar una base jurídica más sólida y clara.

La creación de estas circunscripciones se ve como una medida potencialmente beneficiosa para la protección de los derechos colectivos de las comunidades afroecuatorianas y para su desarrollo económico. Sin embargo, es crucial asegurar que su implementación se realice de manera que fortalezca, en lugar de debilitar, la unidad del Estado ecuatoriano.

Referencias

[1] J. A. Sánchez, “El carácter de pueblo en los afrodescendientes de América Latina, desafío para el derecho internacional,” *Diálogo andino*, no. 65, pp. 245-259, 2021.

[2] M. P. V. Zura, E. P. Vega, and J. I. C. Arboleda, "Plurinacionalidad, territorio, autonomía y circunscripciones territoriales en los pueblos afroecuatorianos (Imbabura-Carchi)," *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina,* vol. 10, no. especial 1, 2022.

[3] M. Moreno Parra, "Environmental Racism: Slow Death and the Displacement of Ancestral Afro-Ecuadorian Territory in Esmeraldas," *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, no. 64, pp. 89-109, 2019.

[4] J. D. Suing Nagua, "La región autónoma y el gobierno regional autónomo en la estructura del Estado ecuatoriano," 2016.

[5] S. L. Arellano Guerrón, D. M. Arroyo Mera, E. A. Carrión Albuja, and C. E. Merizalde Leiton, "Geoparques mundiales de la UNESCO y su importancia en el desarrollo sostenible de las comunidades. Estudio de caso:"Geoparque Imbabura"," *Siembra,* vol. 6, no. 1, pp. 93-108, 2019.

[6] S. M. Palacios Barco, "Gestión administrativa del GAD Parroquial Antonio Sotomayor durante el periodo 2023," Babahoyo: UTB-FAFI. 2024, 2024.

[7] 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.

[8] 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.

[9] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[10] 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.

[11] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[12] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[13] 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.

[14] 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.

[15] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.

[16] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[17] J. Wang, G. Wei, and Y. Wei, "Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators," *Symmetry,* vol. 10, no. 5, pp. 131, 2018.

[18] F. Mata, "Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüisticos multigranulares," *Universidad de Jaén, Doctoral Thesis Jaén*, 2006.

[19] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[20] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[21] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.

[22] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.

[23] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[24] Lanchimba Ponce, M. V. "La inobservancia del principio de contradicción en el procedimiento expedito para el juzgamiento en contravenciones de violencia intrafamiliar y su incidencia en el debido proceso en el cantón Ibarra año 2020." (Master's thesis), 2022.

[25] Yépez Revelo, M. F. "La imprescriptibilidad de la acción penal en delitos sexuales en contra de niñas, niños y adolescentes, cuando el imputado es adolescente en la ciudad de Ibarra en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[26] Castro Villamarín, M. P. "La Garantía Constitucional de motivación frente al despido de los servidores públicos contratados bajo la modalidad de nombramientos provisionales, en el cantón Babahoyo en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[27] Domínguez Oñate, M. E. "Inaplicación del artículo 25 de la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario, transgrede derechos fundamentales, durante el primer semestre del año 2021 en la provincia de Imbabura" (Master's thesis), 2022.

[28] Coque Coque, K. P. "La justicia restaurativa, garantías constitucionales, conciliación, en cuanto al monto en los delitos de la propiedad, en el cantón Salcedo en el año 2021" (Master's thesis), 2022.

[29] Goyes García, J. F., Romero Fernández, A. J., Alfonso González, I., & Latorre Tapia, L. F. "Desgaste emocional de docentes universitarios en entornos virtuales de formación en período de contingencia sanitaria". Conrado, vol. 17 núm. 81, pp 379-386, 2021.

[30] Torres, G. A. F., Torres, D. A. F., & Fernández, A. R. "Propuesta de instrumento para evaluar la calidad de los servicios y satisfacción de los usuarios en el proceso de inscripción de una institución de educación superior". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2019.

[31] Fernández, A., González, C., Moncada, J., Pearson, G., Picado, M., & Salas, R. "Normas nacionales. Componentes de salud física: Estudiantes costarricenses entre 8 y 17 años". Baula, 2001.

[32] Fernández, A. R., Carballido, R. M., & Herrera, A. A. "Números neutrosóficos de valor único y proceso analítico jerárquico para la discriminación de proyectos". Investigación Operacional, vol. 751, pp 151-191, 2020.

[33] Romero Fernández, A. J., & Álvarez Gómez, G. "Pertinencia de la maestría en Gerencia de Salud de la Universidad Regional Autónoma de los Andes". Educación Médica Superior, vol. 32 núm. 1, pp 18-33, 2018.

Recibido: 22 de octubre de 2024. Aceptada: 15 de diciembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Impacto de las estadísticas neutrosóficas en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Impact of neutrosophic statistics on the teaching-learning process

Dante Manuel Macazana Fernández[1], Wilder Fabio Ramos Palacios[2], Daniel Amílcar Pinto Pagaza[3], Mary Liz Mendoza Hidalgo[4], and Tula Margarita Espinoza Moreno[5]

[1] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; dmacazanaf_af@unmsm.edu.pe
[2] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; wramosp@unmsm.edu.pe
[3] Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú; dpintop@unamba.edu.pe
[4] Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú; mmendozah@unfv.edu.pe
[5] Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; tespinozam@unmsm.edu.pe

Resumen. En el ámbito educativo, la eficacia de la enseñanza depende de la interacción entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas de los docentes. Por ello, el presente estudio se ha propuesto evaluar la relación entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas, utilizando la gestión de indeterminaciones para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para este fin, se aplicó el método de estadísticas neutrosóficas para analizar datos sobre competencias y estrategias metacognitivas en un grupo de docentes. Entre los resultados, se reveló una relación general positiva entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas, con variaciones significativas en áreas específicas. Finalmente, se concluyó que existe una conexión significativa, donde la variabilidad sugiere la necesidad de fortalecer la formación en competencias específicas y estrategias metacognitivas para optimizar el proceso educativo.

Palabras clave: Estadísticas neutrosóficas, Enseñanza-aprendizaje, Metodología educativa, Proceso de enseñanza.

Abstract. In the educational field, teaching effectiveness depends on the interaction between professional competencies and teachers' metacognitive strategies. Therefore, the present study has proposed to evaluate the relationship between professional competencies and metacognitive strategies, by using the management of indeterminacies to improve the teaching-learning process. To this end, the neutrosophic statistics method was applied to analyze data on meta-cognitive competencies and strategies in a group of teachers. Among the results, a general positive relationship was revealed between professional competencies and metacognitive strategies, with significant variations in specific areas. Finally, it has been concluded that there is a significant connection, where the variability suggests the need to strengthen training in specific competencies and metacognitive strategies to optimize the educational process.

Keywords: Neutrosophic statistics, Teaching-learning, Educational methodology, Teaching process.

1 Introduction

El campo educativo desempeña un papel central en el desarrollo de la sociedad, al promover el aprendizaje y el crecimiento físico y psicológico de los estudiantes [1]. La educación no solo se enfoca en la adquisición de conocimientos, sino también en el desarrollo integral del ser humano, al incluir aspectos cognitivos, sociales y morales [2]. En este sentido, la labor docente en la universidad no se limita a la enseñanza de una profesión, sino que también busca formar individuos que contribuyan al progreso de la sociedad.

Por consiguiente, el enfoque por competencias ha emergido como una metodología clave en la educación, particularmente en la formación de profesionales de la educación [3]. Este enfoque abarca una serie de conocimientos, actitudes y habilidades que permiten a los individuos no solo conocer su entorno, sino también transformarlo de manera efectiva. Las competencias, entendidas como la integración de conocimientos teóricos y prácticos, son esenciales para un desempeño profesional exitoso, y la universidad tiene la responsabilidad de fomentar su desarrollo continuo [4].

El concepto de competencia es complejo y multidimensional, al involucrar no solo el conocimiento técnico,

sino también la capacidad de aplicar dicho conocimiento en contextos específicos [5]. Las competencias profesionales incluyen la habilidad para resolver problemas de manera autónoma, trabajar en equipo y adaptarse a las demandas cambiantes del entorno. En este marco, la formación universitaria debe proporcionar las herramientas necesarias para que los estudiantes desarrollen estas competencias y las apliquen de manera efectiva en la vida profesional [6].

Por ende, se deben proponer estrategias metacognitivas que jueguen un papel crucial en el desarrollo de las competencias, al permitir a los estudiantes reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje y regularlo de manera efectiva [7]. La metacognición, que implica el conocimiento y control de los propios procesos cognitivos se enfoca en lograr un aprendizaje significativo y el desarrollo de la autonomía en los estudiantes. Por consiguiente, los docentes universitarios deben dominar estas estrategias para implementarlas en las prácticas pedagógicas y así potenciar el desarrollo integral de los estudiantes [8].

Finalmente, se ha observado que la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, al participar en proyectos como Tuning, reconoce las competencias en la formación de capital humano. Estas competencias no solo preparan a los estudiantes para el mercado laboral, sino que también promueven el crecimiento personal y social. Aunque se deben identificar y analizar los elementos indeterminados que afectan la integración de las variables competencias profesionales y estrategias metacognitivas. En este contexto, la presente investigación busca evaluar la relación entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas de los docentes, al utilizar la estadística neutrosófica para manejar las indeterminaciones y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2 Materials and methods

2.1 Neutrosophic statistics.

Las probabilidades y estadísticas neutrosóficas son una generalización de las probabilidades y estadísticas clásicas e imprecisas [6]. La probabilidad neutrosófica de un evento E es la probabilidad de que ocurra el evento E, la probabilidad de que el evento E no ocurra y la probabilidad de indeterminación (no saber si el evento E ocurre o no) [9]. En probabilidad clásica nsup≤1, mientras que en la probabilidad neutrosófica nsup≤3+. La función que modela la probabilidad neutrosófica de una variable aleatoria X se denomina distribución neutrosófica:

Donde $\vartheta_A(x), \eta_A(x), \delta_A(x)$ cumpla la siguiente condición $0 \leq \vartheta_A(x), \eta_A(x), \delta_A(x) \leq 3$ para todo $x \in X$. De modo que para definir cada número neutrosófico sea expresado de la siguiente forma h, i, j para la modelación de la metodología neutrosófica a usar. Por tanto, se definen las siguientes funciones:

$h = \vartheta_A(x)$ para las funciones de pertenencia a verdadero, donde $\in \{0,1\}$.

$i = \eta_A(x)$ para las funciones de pertenencia a indeterminado, donde $\in \{0,1\}$.

$j = \delta_A(x)$ para las funciones de pertenencia a falso, donde $\in \{0,1\}$.

Por tanto, el número neutrosófico definido para el estudio se determina como $L = (h, i, j)$, donde h, i, j $\in \{0,1\}$ y satisface la siguiente condición $0 \leq h + i + j \leq 3$. De modo, que se defina como función de puntuación B de un número neutrosófico según la propuesta de Smarandache o de Basset para la desneutrosificación.

Donde h representa la probabilidad de que el valor x se produce, j (x) representa la probabilidad de que el valor x no ocurra, e I (x) representa la probabilidad indeterminada o desconocida del valor x. La estadística neutrosófica es el análisis de los eventos neutrosóficos y se ocupa de los números neutrosóficos, la distribución de probabilidad neutrosófica, la estimación neutrosófica y la regresión neutrosófica entre otras. Para ello, se deben operar con números neutrosóficos pertenecientes al conjunto neutrosófico de valor único (CNVU), con el fin de ser usados con fines prácticos [10]. Algunas operaciones entre NNVU se expresan a continuación:

Dados $L_1 = (h_1, i_1, j_1)$ y $L_2 = (h_2, i_2, j_2)$ dos NNVU se tiene que la suma entre $L_1 y\ L_2$ se define como:

$$L_1 + L_2 = (h_1 + h_2 - h_1 h_2, i_1 i_2, j_1 j_2) \quad (1)$$

Dados $L_1 = (h_1, i_1, j_1)$ y $L_2 = (h_2, i_2, j_2)$ dos NNVU se tiene que la multiplicación entre $L_1 y\ L_2$ se define como:

$$L_1 \cdot L_2 = (h_1 h_2, i_1 + i_2 - i_1 i_2, j_1 + j_2 - j_1 j_2) \quad (2)$$

El producto por un escalar positivo con un NNVU, $L = (h, i, j)$ c) se define por:

$$\mathrm{L} = (1 - (1 - h), \mathrm{i}, \mathrm{j}) \quad (3)$$

En fin, la lógica neutrosófica [11], los conjuntos neutrosóficos y las probabilidades y estadísticas neutrosóficas tienen una amplia aplicación en diversos campos investigativos y constituye un novedoso referente de estudio en pleno desarrollo. La estadística neutrosófica comprende todas las técnicas para resumir y describir las características de los datos numéricos neutrosóficos [12].

Para el desarrollo del estudio, se procede utilizar las probabilidades y estadísticas neutrosóficas, al integrarse en el análisis de la relación entre las competencias profesionales docentes y el uso de estrategias metacognitivas, al incorporar un componente de indeterminación. Esto permite abordar la evaluación de eventos educativos con información que puede ser imprecisa, incompleta o desconocida. Para la modelación de la estadística neutrosófica se identifica la variable aleatoria neutrosófica, donde L representa el nivel inferior y superior correspondientemente que puede alcanzar la variable estudiada, en un intervalo indeterminado. De modo que sigue la media neutrosófica de la variable ($\bar{\mathrm{L}}$) al formular:

$$\bar{\mathrm{L}} = \frac{1}{n_N} \sum_{i=1}^{n_N} L_i \tag{4}$$

Donde n_N es una muestra aleatoria neutrosófica de la población estudiada. En este estudio la muestra consistió de (20-40) docentes, a quienes se les aplicaron cuestionarios validados. Se utilizó una escala de respuesta neutrosófica, para recolectar datos sobre las variables estudiadas (ver tabla 1).

Tabla 1: Términos lingüísticos neutrosóficos. Fuente: Elaboración propia.

Criterio	NNVU
Extremadamente alto (EA)	(1,0,0)
Muy muy alto (MMA)	(0.91,0.06,0.14)
Muy alto (MA)	(0.81,0.16,0.24)
Alto (A)	(0.71,0.26,0.34)
Medianamente alto (MDA)	(0.61,0.36,0.44)
Medio (M)	(0.51,0.46,0.54)
Medianamente bajo (MDB)	(0.41,0.56,0.64)
Bajo (B)	(0.31,0.65,0.74)
Muy bajo (MB)	(0.21,0.76,0.84)
Muy muy bajo (MMB)	(0.11,0.86,0.94)
Extremadamente bajo (EB)	(0,0.96,1)

Una vez definido la media neutrosófica, se procede para el cálculo de la varianza de la muestra neutrosófica. Para ello, se define la siguiente ecuación:

$$S_N^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_N} (L_i - \bar{L}_i)^2}{n_N} \tag{5}$$

Posteriormente, se procede a calcular el coeficiente neutrosófico (NCV) que mide la consistencia de la variable. Cuanto menor sea el valor del NCV, el rendimiento del factor es más consistente que el de los demás factores. Para ello, se propone la siguiente ecuación:

$$CV_N = \sqrt{S_N^2} \times 100 \tag{6}$$

Se formuló una hipótesis nula en términos neutrosóficos, que propuso la inexistencia de una relación significativa entre las variables, al utilizar un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, evaluado bajo criterios neutrosóficos. Mientras que para determinar la correlación de Pearson entre ambas variables se procede a aplicar la siguiente ecuación.

$$r = \frac{Cov\ (L^X, L^Y)}{\sqrt{\sigma_{L^X}^2 \cdot \sigma_{L^Y}^2}} \tag{7}$$

Donde para calcular la Covarianza se procede a aplicar la siguiente fórmula.

$$Cov\ (X,Y) = \frac{\sum_{i=0}^{n}(L_i^X - \overline{L}^X)(L_i^Y - \overline{L^Y})}{n-1} \tag{8}$$

Mientras que la σ se obtiene a partir de los resultados obtenidos de la estadística neutrosófica o puede ser sustituido por S_N^2 para análisis muestrales.

3 Results

3.1 Recolección de datos. Descripción de las variables.

Para el desarrollo des el estudio se procedió a aplicar los dos cuestionarios competencias profesionales y las estrategias metacognitivas a los docentes, entre designados y contratados, del PAE de Educación Física de la Facultad de Educación de la UNMSM. A continuación, se visualizan las variables y las dimensiones, donde se destacan los elementos que permiten el análisis neutrosófico (ver tabla 2).

Tabla 2: Variables que inciden en el desarrollo integral de los universitarios. Fuente: Elaboración propia.

Variable	Código	Dimensiones	Código	Elementos
Competencias profesionales	CP	Competencias de asignatura	CP-A	▪ Conocimientos de la materia ▪ Gestión curricular
		Competencias de gestión docente	CP-B	▪ Didáctica docente ▪ Planificación docente ▪ Actividades docentes
		Competencias participativas	CP-C	▪ Vínculo con la institución ▪ Vínculo con la dirección ▪ Vínculo con el contexto
Estrategias metacognitivas	EM	Expectativas hacia los estudiantes	EM-A	▪ Aprender a comprender ▪ Identificación con los estudiantes ▪ Desempeño tutorial
		Estrategias de enseñanza	EM-B	▪ Adaptación didáctica ▪ Comunicación pedagógica ▪ Motivador
		Afectividad en el aula	EM-C	▪ Promotora del clima ecológico ▪ Comportamiento social ▪ Mediador de las interacciones entre pares

3.2 Estadística neutrosófica.

3.2.1 Competencias profesionales.

El estudio realizado se evaluó la variable *competencias profesionales* de 40 docentes, al utilizar un enfoque basado en la lógica neutrosófica. Para ello, se definen tres dimensiones clave: competencias de asignatura, competencias de gestión docente, y competencias participativas, al incorporar la indeterminación en la valoración final de cada elemento (ver tabla 3).

Tabla 3: Evaluación neutrosófica de cada dimensión perteneciente a la variable competencias profesionales. Fuente: Elaboración propia.

Docente	CP-A	CP-B	CP-C
1	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
2	(0.71,0.26,0.34)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
3	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
4	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
5	(0.61,0.36,0.44)	(0.91,0.06,0.14)	(0.71,0.26,0.34)
6	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
7	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
8	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
9	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
10	(0.71,0.26,0.34)	(0.91,0.06,0.14)	(0.71,0.26,0.34)
11	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)
12	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
13	(0.61,0.36,0.44)	(0.91,0.06,0.14)	(0.71,0.26,0.34)
14	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
15	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
16	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
17	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
18	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
19	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
20	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
21	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
22	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
23	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
24	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.71,0.26,0.34)
25	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
26	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
27	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
28	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
29	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
30	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
31	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
32	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)

Docente	CP-A	CP-B	CP-C
33	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
34	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
35	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
36	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
37	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
38	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
39	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
40	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)

Interpretación y análisis:

Conocimiento del tema (CP-A): La mayoría de los docentes se encuentran en categorías neutrosóficas que van desde "Medianamente Alto" hasta "Muy Alto". Esto indica que la mayoría de los docentes poseen una comprensión sólida y variada de los temas que imparten, aunque existe una variedad en el nivel de profundidad de su conocimiento.

Uso de contenidos (CP-B): Los resultados muestran una predominancia en categorías neutrosóficas como "Muy Alto" y "Extremadamente Alto". De modo que refleja que los docentes organizan y aplican los contenidos de manera altamente efectiva. Esto sugiere que el uso de los contenidos en la práctica docente se encuentra adaptado a las necesidades de los estudiantes.

Gestión curricular y evaluación (CP-C): En esta dimensión, la mayoría de los docentes están clasificados en niveles neutrosóficos que van de "Medianamente Alto" a "Muy Alto". Esto muestra que, aunque la mayoría de los docentes manejan bien la planificación curricular y la evaluación, existe cierta variabilidad e indeterminación en la eficacia de su gestión curricular.

En conjunto, estos resultados proporcionan una visión clara sobre el desempeño de los docentes en términos del conocimiento, aplicación de contenidos y gestión curricular. La mayoría se encuentra en niveles elevados, lo que refleja una competencia generalizada, aunque con algunas indeterminaciones en la profundidad y eficacia en cada dimensión. Por consiguiente, es necesario recurrir al análisis de CV_{ND} para estas dimensiones y determinar el que más incide en la variable para determinar las soluciones previstas (ver tabla 4).

Tabla 4: Determinación de $\bar{L}$, S_N y CV_N de cada dimensión en la variable competencias profesionales. Fuente: Elaboración propia.

Competencias profesionales	L		S_N	CV_N
CP-A	0.76	[(0.61,0.36,0.44);(0.71,0.26,0.34)]	0.005	0.072
CP-B	0.92	[(0.81,0.16,0.24);(0.91,0.06,0.14)]	0.002	0.043
CP-C	0.78	[(0.61,0.36,0.44);(0.71,0.26,0.34)]	0.005	0.069

De los resultados obtenidos, se visualiza que la dimensión *competencias de gestión docente* posee el rendimiento más consistente entre las demás dimensiones con un valor de 0.043. Mientras que por el contrario la dimensión *competencias de asignatura* alberga una mayor indeterminación en el proceso de desarrollo profesional con un valor de 0.072. Por tanto, se debe potenciar los resultados obtenidos de la variable a partir de la inclusión de los elementos indeterminantes existentes para el desarrollo de los profesionales.

3.2.2 Estrategias metacognitivas.

Por último, se evaluó la variable de estrategias metacognitivas en 40 docentes, al aplicar una medición neutrosófica. Para la valoración integral, se definieron tres dimensiones fundamentales: expectativas hacia los estudiantes, estrategias pedagógicas, y la afectividad en el entorno de aprendizaje. De modo que permitió incorporar la indeterminación en la evaluación final, al ofrecer una visión más completa y precisa de la dinámica educativa (ver tabla 5).

Tabla 5: Evaluación neutrosófica de cada dimensión perteneciente a la variable estrategias metacognitivas. Fuente: Elaboración propia.

Docente	EM-A	EM-B	EM-C
1	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
2	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
3	(0.81,0.16,0.24)	(0.75,0.25,0.1)	(0.71,0.26,0.34)
4	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
5	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
6	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
7	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
8	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
9	(0.61,0.36,0.44)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
10	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
11	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
12	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
13	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
14	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.61,0.36,0.44)
15	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
16	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
17	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
18	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
19	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
20	(0.61,0.36,0.44)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
21	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
22	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
23	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
24	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
25	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
26	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
27	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
28	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
29	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
30	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
31	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
32	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
33	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)

Docente	EM-A	EM-B	EM-C
34	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
35	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.61,0.36,0.44)
36	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
37	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
38	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
39	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
40	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)

Interpretación y análisis:

Expectativas hacia los estudiantes (EM-A): La mayoría de los docentes se encuentran en las categorías neutrosóficas de "Medianamente Alto" a "Alto". Esto sugiere que, en general, los docentes muestran un compromiso sólido hacia las expectativas de los estudiantes, aunque con cierta variabilidad.

Estrategias de enseñanza (EM-B): Los resultados indican predominancia en las categorías neutrosófica "Media Alta" y "Alto", lo que refleja la aplicación efectiva de estrategias de enseñanza por parte de los docentes.

Afectividad en el aula (EM-C): Los docentes se sitúan en niveles neutrosóficos de "Medianamente Alto" a "Alto", lo que muestra una gestión eficaz del ambiente del aula y de las interacciones con los estudiantes, aunque con algunas variaciones en la eficacia.

Por consiguiente, se procede a determinar y analizar la CV_{ND} de las dimensiones de la variable estrategias metacognitivas. Con ello, se busca evaluar los niveles de indeterminación e incluirlas en las soluciones previstas (ver tabla 6)

Tabla 6: Determinación de $\bar{L}$, S_N y CV_N de cada dimensión en la variable estrategias metacognitivas. Fuente: Elaboración propia.

Estrategias metacognitivas	L		S_N	CV_N
EM-A	0.77	[(0.61,0.36,0.44);(0.71,0.26,0.34)]	0.007	0.081
EM-B	0.85	[(0.71,0.26,0.34);(0.81,0.16,0.24)]	0.004	0.062
EM-C	0.71	[(0.61,0.36,0.44);(0.71,0.26,0.34)]	0.008	0.087

De los resultados obtenidos, se observa que la dimensión *estrategias de enseñanza (EM-B)* presenta el rendimiento más consistente entre las dimensiones evaluadas, con un valor de 0.062. En contraste, la dimensión *afectividad en el aula (EM-C)* muestra una mayor indeterminación en el proceso de aplicación de estrategias metacognitivas, con un valor de 0.087. Por lo tanto, se debe fortalecer los resultados obtenidos en la variable mediante la integración de los elementos indeterminantes presentes para optimizar el desarrollo y la efectividad de las estrategias metacognitivas.

3.2.3 Correlación entre competencias profesionales y estrategias metacognitivas.

Para llevar a cabo el análisis de correlación se debe convertir los valores neutrosóficos de las evaluaciones realizadas por los docentes para la variable competencias profesionales y estrategias metacognitivas (ver tabla 7). Para ello, se procede a desneutrosificar estos valores según la ecuación de Basset. De modo que se proceda analizar la correlación entre ambas variables (ver tabla 8)

Tabla 7: Evaluación de los docentes a las variables competencias profesionales y estrategias metacognitivas. Fuente: Elaboración propia.

Docente	Competencias profesionales	Estrategias metacognitivas
1	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
2	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
3	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
4	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
5	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
6	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)

Docente	Competencias profesionales	Estrategias metacognitivas
7	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
8	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
9	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
10	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
11	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
12	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
13	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
14	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
15	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
16	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
17	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
18	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
19	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
20	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
21	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
22	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
23	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
24	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
25	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
26	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
27	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
28	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
29	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
30	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
31	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
32	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
33	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
34	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
35	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
36	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
37	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
38	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
39	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
40	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)

Tabla 8: Correlación de Pearson de las variables $\boldsymbol{L^X}$ y $\boldsymbol{L^Y}$. Fuente: Elaboración propia.

	$\boldsymbol{S^2}$	$\boldsymbol{Cov(L^X, L^Y)}$	r
$\boldsymbol{L^X}$	0.0012564	-	
$\boldsymbol{L^Y}$	0.0007477	-	0.913
-	-	0.001	

El análisis de la correlación entre competencias profesionales y estrategias metacognitivas revela una relación positiva y significativa con un coeficiente de correlación de 0.913. Este resultado valida la hipótesis de investigación y rechaza la hipótesis nula, al indicar que a medida que se fortalecen las competencias profesionales, se mejoran las estrategias metacognitivas de los docentes. No obstante, se debe incluir la relación neutrosófica entre variables y las dimensiones con elementos indeterminantes:

1. Conocimiento del tema (CP-A) y estrategias de enseñanza (EM-B):
    - Variabilidad en la profundidad del conocimiento: La dimensión de conocimiento del tema muestra que la mayoría de los docentes poseen un entendimiento sólido, aunque con variaciones en la profundidad. Esta variabilidad puede influir directamente en la estrategia de enseñanza. Los docentes con un conocimiento más profundo implementan estrategias más efectivas

y adaptadas, mientras que aquellos con menos profundidad enfrentarían dificultades para aplicar las estrategias de manera óptima.

2. Uso de contenidos (CP-B) y expectativas hacia los estudiantes (EM-A):
   - Adaptabilidad y compromiso: La predominancia en categorías neutrosóficas de uso de contenidos indica que los docentes aplican y organizan los contenidos de manera efectiva. Esta capacidad de adaptación a las necesidades estudiantiles se encuentra vinculada a las expectativas hacia los estudiantes. Un alto nivel de expectativas generalmente se traduce en una mejor adaptación y uso de contenidos, debido que los docentes ajustan su enfoque según las expectativas y necesidades de los estudiantes.
3. Gestión curricular y evaluación (CP-C) y afectividad en el aula (EM-C):
   - Eficiencia de la gestión y manejo del ambiente del aula: La dimensión de gestión curricular y evaluación muestra una buena planificación y evaluación con cierta variabilidad en su eficacia. Esta indeterminación se encuentra relacionada con la afectividad en el aula. Por tanto, una gestión eficaz del ambiente y de las interacciones con los estudiantes mejora la eficacia de la planificación y evaluación. Incluso facilita una implementación más coherente y adaptada de los planes curriculares.
4. Conocimiento del tema (CP-A) y expectativas hacia los estudiantes (EM-A):
   - Profundidad del conocimiento y compromiso: La solidez en el conocimiento del tema influye en las expectativas hacia los estudiantes. Un conocimiento más profundo permite a los docentes establecer expectativas más altas y realistas para los estudiantes, basadas en un entendimiento completo de los temas y contenidos. Esto, a su vez, conlleva a una mayor claridad y consistencia en las expectativas establecidas.
5. Uso de contenidos (CP-B) y afectividad en el aula (EM-C):
   - Aplicación efectiva y ambiente del aula: Un uso eficaz de los contenidos contribuye a una mejor gestión del ambiente del aula, debido que los docentes que aplican los contenidos de manera adecuada suelen gestionar mejor las interacciones y el clima del aula, al facilitar un ambiente de aprendizaje positivo y productivo.

Las dimensiones analizadas muestran relaciones interdependientes entre sí. La indeterminación en la profundidad del conocimiento, la capacidad de usar y adaptar contenidos, la gestión curricular y la afectividad en el aula están todas interrelacionadas. Estas relaciones destacan cómo los diferentes aspectos de la práctica docente influyen mutuamente y afectan el desarrollo y el rendimiento de los estudiantes. Por consiguiente, refuerza la necesidad de las competencias profesionales en la optimización de la formación docente, la mejora de la intervención pedagógica, y el fomento de habilidades sociocognitivas, reflexión crítica, y creatividad.

4 Conclusion

Once the investigation was concluded, the following conclusions could be reached:

El análisis basado en el método de estadística neutrosófica ha revelado que los docentes de la UNMSM exhiben en su mayoría un alto nivel de competencia profesional, particularmente en términos de gestión pedagógica. Sin embargo, se han identificado variaciones significativas en las áreas de conocimiento de la materia y gestión curricular. Estas observaciones sugieren la necesidad de intervenciones focalizadas para fortalecer la formación en estas áreas específicas y así mejorar la homogeneidad del desempeño docente.

La aplicación de estrategias metacognitivas por parte de los docentes ha mostrado una tendencia positiva, especialmente en la adaptación de estrategias de enseñanza. No obstante, el análisis neutrosófico también revela una alta variabilidad en la dimensión afectiva en el aula. De modo que indica la necesidad de mejorar la capacitación en la gestión de aspectos emocionales y sociales del entorno educativo para optimizar la eficacia docente.

La correlación entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas, evaluada mediante el método neutrosófico, ha mostrado una relación general positiva. Sin embargo, la variabilidad observada sugiere que, aunque existe una conexión significativa entre el dominio de las variables, se debe intensificar los esfuerzos para lograr una integración más consistente y optimizar el impacto en el proceso educativo.

References

[1] E. Alieto, B. Abequibel Encarnacion, E. Estigoy, K. Balasa, A. Eijansantos, and A. Torres Toukoumidis, "Teaching inside a digital classroom: A quantitative analysis of attitude, technological competence and access among teachers across subject disciplines," *Heliyon,* vol. 10, no. 2, p. e24282, 2024.

[2] D. Varas, M. Santana, M. Nussbaum, S. Claro, and P. Imbarack, "Teachers' strategies and challenges in teaching 21st century skills: little common understanding," *Thinking Skills and Creativity,* vol. 48, no. June, pp. 2-9, 2023.

[3] P. Gutiérrez *et al.*, "Neutrosophic Sets and Systems Special Issue: Neutrosophic Advancements Plithogenic Iadov model to study university teaching practices in the complexity of the educational process of comprehensive training by competencies," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 62, no. 1, pp. 79-83, 2023.

[4] P. Gutiérrez *et al.*, "Plithogenic Iadov model to study university teaching practices in the complexity of the educational process of comprehensive training by competencies," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 62, no. 1, pp. 79-83, 2023.

[5] M. S. Ramírez-Montoya, M. I. Loaiza-Aguirre, A. Zúñiga-Ojeda, and M. Portuguez-Castro, "Characterization of the Teaching Profile within the Framework of Education 4.0," *Future Internet,* vol. 13, no. 4, p. 91, 2021.

[6] M. Fong Betancourt, L. R. López, R. O. Torres, and F. P. Naranjo, "Evaluation of Assertive Communication Competencies in Nurses using Neutrosophic Statistics," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 44, no. 1, pp. 2-5, 2021.

[7] I. Lauriola, A. Lavelli, and F. Aiolli, "An introduction to Deep Learning in Natural Language Processing: Models, techniques, and tools," *Neurocomputing,* vol. 470, no. January, pp. 443-456, 2021.

[8] F. Prasetya *et al.*, "The impact of augmented reality learning experiences based on the motivational design model: A meta-analysis," *Social Sciences & Humanities Open,* vol. 10, no. October, pp. 1-10, 2024.

[9] K. Jaramillo, J. Quilambaqui, and J. Yanez, "Blockchain in Healthcare from a Neutrosophic Analysis," *International Journal of Neutrosophic Science,* vol. 18, no. 3, pp. 177-188, 01/01 2022.

[10] G. A. A. Gómez, C. G. Armijos;, A. R. Fernández;, and K. P. Teruel., "Neutrosophic Methods in Corporate Social Responsibility," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 62, no. 1, 2024.

[11] M. R. Alabdullah, "The Neutrosophic Regular and Most Important Properties that Bind Neutrosophic Ring Elements," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 61, no. 1, p. 1, 2023.

[12] E. González Caballero, M. Leyva Vázquez, and F. Smarandache, "On neutrosophic uninorms," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 45, no. 2021, pp. 340-348, 2021.

Recibido: 29 de septiembre de 2024. Aceptada: 23 de octubre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método Multicriterio Neutrosófico para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano

Neutrosophic Multicriteria Method for the evaluation of the criminal law of the enemy and Ecuadorian criminal law

Jerson Alexis Ordóñez Sarchi[1], Carmen Marina Méndez Cabrita[2], María Fernanda Gómez Ayala[3], and Josía Jeseff Isea Argüelles[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes Tulcán. Ecuador; dt.jersonaos58@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes Tulcán. Ecuador; ut.carmenmmc56@uniandes.edu
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes Tulcán. Ecuador; direcciontulcan@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes Tulcán. Ecuador; ui.josiaia82@uniandes.edu

Resumen. Este artículo analiza la teoría del Derecho Penal del Enemigo, propuesta por Günther Jakobs, y su aplicación en el contexto del derecho penal ecuatoriano. A través de una metodología mixta que combina el análisis doctrinal y empírico, se evalúan las implicaciones de adoptar un enfoque punitivo que distingue entre ciudadanos y enemigos del Estado. La presente investigación propone el desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano. El método propuesto basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio para la evaluación. Se examinan casos judiciales y legislación relevante en Ecuador para determinar cómo estos principios se reflejan en la práctica legal y su impacto en los derechos fundamentales.

Palabras Claves: evaluación, derecho penal, enemigo, derecho penal ecuatoriano, método multicriterio neutrosófico.

Abstract. This article analyzes the theory of the Criminal Law of the Enemy, proposed by Günther Jakobs, and its application in the context of Ecuadorian criminal law. Through a mixed methodology that combines doctrinal and empirical analysis, the implications of adopting a punitive approach that distinguishes between citizens and enemies of the State are evaluated. This research proposes to develop a multicriteria neutrosophic method for the evaluation of the criminal law of the enemy and Ecuadorian criminal law. The proposed method bases its operation on a multicriteria approach to evaluation. Judicial cases and relevant legislation in Ecuador are examined to determine how these principles are reflected in legal practice and their impact on fundamental rights.

Keywords: evaluation, criminal law, enemy, Ecuadorian criminal law, neutrosophic multicriteria method.

1 Introducción

El Derecho Penal del Enemigo es una teoría desarrollada por Günther Jakobs, que propone una diferenciación clara entre los ciudadanos, quienes son considerados sujetos de derechos y garantías, y los enemigos del Estado, a quienes se les niegan estos derechos debido a su peligrosidad percibida y la amenaza que representan para la sociedad. Esta teoría se fundamenta en la idea de que ciertas personas, debido a su comportamiento, se sitúan fuera del pacto social y, por lo tanto, no pueden ser tratadas bajo las mismas normas legales que los ciudadanos comunes. Esta diferenciación ha generado un amplio debate en la doctrina penal, especialmente en lo que respecta a sus implicaciones éticas y legales [1, 23].

En el contexto ecuatoriano, el marco legal se encuentra definido principalmente por la Constitución de la República y el Código Orgánico Integral Penal (COIP), los cuales garantizan los derechos fundamentales de todos los individuos sin distinción. No obstante, la creciente preocupación por la seguridad y el terrorismo ha llevado a

algunos a preguntarse si ciertos aspectos del derecho penal ecuatoriano reflejan una influencia del Derecho Penal del Enemigo. Este análisis es particularmente relevante dado que cualquier desviación hacia un enfoque punitivo más severo podría comprometer los principios de igualdad y debido proceso establecidos en la legislación ecuatoriana.

Este artículo busca explorar la presencia y aplicación de los principios del Derecho Penal del Enemigo en el sistema penal ecuatoriano, evaluando tanto la teoría como su implementación práctica. A través de un análisis doctrinal y empírico, se examinarán casos judiciales y la legislación relevante para determinar en qué medida Ecuador ha adoptado medidas punitivas que se alinean con esta teoría. El objetivo es analizar una comprensión crítica de cómo estas prácticas impactan los derechos fundamentales y si representan una amenaza para el Estado de derecho en Ecuador [2, 21].

El problema central que se aborda en este artículo es: ¿En qué medida el Derecho Penal del Enemigo influye en la normativa penal de los países latinoamericanos, particularmente en Ecuador, y qué implicaciones tiene para los derechos fundamentales? En varios países de Latinoamérica, la lucha contra el crimen organizado y el terrorismo ha llevado a la implementación de medidas punitivas más severas, lo que ha suscitado preocupaciones sobre la posible erosión de las garantías procesales y los derechos humanos. En Ecuador, al igual que en otras naciones de la región, se enfrenta el desafío de equilibrar la seguridad del Estado con el respeto a los derechos fundamentales, planteando un dilema crucial para el derecho penal contemporáneo [3, 20].

Para abordar esta investigación, se empleó una metodología mixta que combina análisis doctrinal, empírico y la observación de casos. Se revisaron textos doctrinales sobre el Derecho Penal del Enemigo y su evolución, así como la legislación ecuatoriana relevante y casos judiciales significativos. Además, se realizaron análisis de casos con ayuda profesionales del derecho y expertos en criminología para recopilar opiniones sobre la aplicación de medidas punitivas en Ecuador. Este enfoque permite una comprensión integral de cómo los principios del Derecho Penal del Enemigo pueden estar presentes en la práctica judicial ecuatoriana y su impacto en los derechos fundamentales de los individuos.

2 Materiales y métodos

La presente sección describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano. Se presentan las características generales de la solución propuesta. Se describen las principales etapas y actividades que conforman el método.

El método multicriterio neutrosófico para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano está diseñado bajo las siguientes cualidades:

Las cualidades que distinguen al modelo son:

- Integración: el método garantiza la interconexión de los diferentes componentes en combinación para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano.
- Flexibilidad: utiliza 2-tuplas para representar la incertidumbre de modo que aumente la interoperabilidad de las personas que interactúan con el método.
- Interdependencia: el método utiliza como punto de partida los datos de entrada proporcionados por los expertos del proceso. Los resultados analizados contribuyen a una base de experiencia que conforma el núcleo del procesamiento para la inferencia.

El método se sustenta en los siguientes principios:

- Identificación mediante el equipo de expertos de los indicadores para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano.
- El empleo de métodos multicriterios en la evaluación.

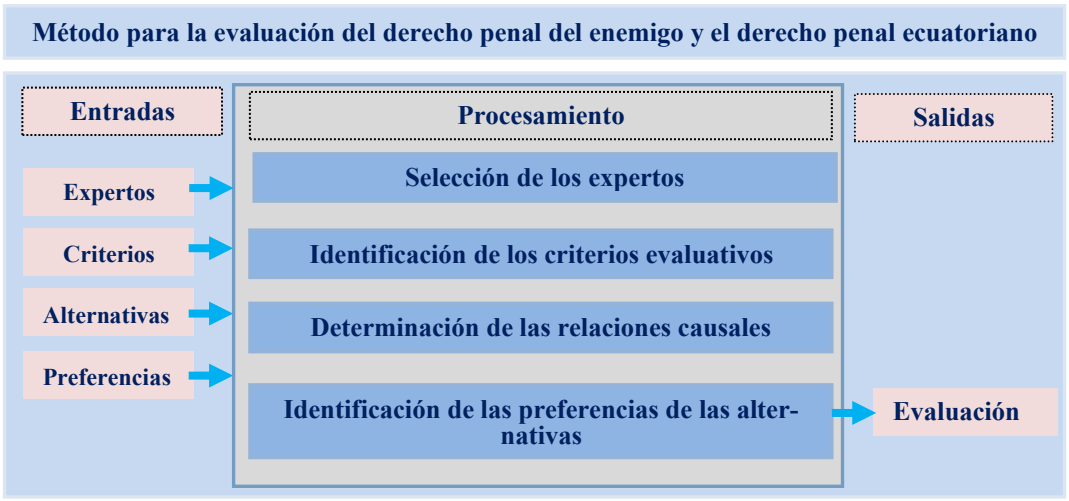


Figura 1. Esquema general del funcionamiento del método.

El método para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano, está estructurado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de evaluación a partir de un método de inferencia multicriterio, posee tres etapas fundamentales: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método. [24, 25, 29]

2.1 Descripción de las etapas del modelo

El método propuesto está diseñado para garantizar la gestión del flujo de trabajo en el proceso para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano. Utiliza un enfoque multicriterio multiexperto donde se identifican indicadores evaluativos para determinar el funcionamiento del procesamiento del método.
La etapa de procesamiento está estructurada por cuatro actividades que rigen el proceso de inferencia del procesamiento. A continuación se detalla su funcionamiento:

Actividad 1: Selección de loes expertos.

El proceso consiste en determinar el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Para su selección se emplea la metodología propuesta por Fernández [4]. Para comenzar el proceso se envía un modelo a los posibles expertos con una explicación breve sobre los objetivos del trabajo y el área del conocimiento en el que se enmarca la investigación. Se realizan las siguientes actividades:

1. Se establece contacto con los expertos conocedores y se les pide que participen en el panel. La actividad obtiene como resultado la captación del grupo de expertos que participará en la aplicación del método.

El procedo debe filtrar los expertos con bajo nivel de experticia participando en el proceso los de mayor conocimiento y prestigio en el área del conocimiento que se enmarca el objeto de estudio de la investigación. Para realizar el proceso de filtraje se realiza un cuestionario de autoevaluación para expertos. El objetivo es determinar el coeficiente de conocimiento o información (K_c), la ecuación 1 expresa el método para determinar el nivel de experticia.

$$K_c = n(0,1) \tag{1}$$

donde:
K_c: coeficiente de conocimiento o información
n: rango seleccionado por el experto

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Una vez identificados los expertos que intervienen en el proceso se procede a la identificación de los criterios evaluativos. Los criterios nutren el método, representan parámetros de entrada que se utilizan en la etapa de procesamiento. A partir del trabajo en grupo de los expertos se realizan las siguientes actividades:

1. Se envía un cuestionario a los miembros del panel y se les pide su opinión para la selección de los criterios evaluativos que sustenten la investigación. A partir de un cuestionario previamente elaborado, se obtiene como resultado el conjunto de criterios de los expertos.

2. Se analizan las respuestas y se identifican las áreas en que están de acuerdo y en las que difieren. La actividad permite realizar un análisis del comportamiento de las respuestas emitidas por los expertos y se identifican los elementos comunes.
3. Se envía el análisis resumido de todas las respuestas a los miembros del panel, se les pide que llenen de nuevo el cuestionario y que den sus razones respecto a las opiniones en que difieren. La actividad permite obtener una nueva valoración del grupo de expertos sobre el conocimiento recogido y resumido.
4. Se repite el proceso hasta que se estabilizan las respuestas. La actividad representa la condición de parada del método, a partir de que se estabilicen las respuestas se concluye su aplicación considerándose este el resultado general.

La actividad obtiene como resultado el conjunto de criterios evaluativos del método. Emplea un enfoque multicriterio expresado como muestra la ecuación 1.

$$C = \{c_1, c_2, , , c_m\} \tag{2}$$

Donde:

$$m > 1, \tag{3}$$

Actividad 3 Determinación de los pesos de los creiterios.

Para determinar los pesos atribuidos a los criterios evaluativos se utiliza el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Se les pide que determinen el nivel de importancia atribuido a los criterios evaluativos identificados en la actividad previa.

Los pesos de los criterios evaluativos son expresados mediante un dominio de valores difusos. Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto. Un conjunto difuso A es una aplicación de un conjunto referencial S en el intervalo [0, 1], Tal que:

$A: S \rightarrow [0,1]$,

y se define por medio de una función de pertenencia:

$$0 \leq \mu_A(x) \leq 1. \tag{4}$$

Para aumentar la interpretatividad en la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios se utilizan términos lingüísticos basados en 2-tuplas Neutrosófica [5], [6], [7, 20]. El uso de etiquetas lingüísticas en modelos de decisión supone, en la mayoría de los casos, la realización de operaciones con etiquetas lingüísticas. La tabla 1 muestra el conjunto de términos lingüísticos con sus respectivos valores.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente alto (EA)	[1,0,0]
Muy muy alto (MMA)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy Alto (MA)	[0.8,0,15,0.20]
Alto (A)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente Alto (MDA)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente bajo (MDB)	[0.40,0.65,0.60]
Bajo (MB)	[0.30,0.75,0.70]
Muy bajo (MB)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy bajo (MMB)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente bajo (EB)	[0,1,1]

Una vez obtenidos los vectores de pesos de los diferentes expertos que intervienen en el proceso se realiza un proceso de agregación de información a partir de una función promedio tal como muestra la ecuación 5.

$$VA = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ij}}{E} \tag{5}$$

Donde:

VA: valor agregado,

E: cantidad de expertos que participan en el proceso,

C_{ij}: vector de pesos expresado por los expertos para los criterios *C*.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

La actividad para la determinación de las preferencias consiste en identificar el impacto que poseen los criterios evaluativos del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano. El proceso de evaluación es realizado mediante una escala numérica de modo que se exprese el nivel de pertenencia de los indicadores.

Para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano, se describe el problema y la evaluación de cada alternativa a partir del cual se forma la matriz de evaluación [8], [9], [10], [22]. La matriz está compuesta por las alternativas, los criterios y la valoración de cada criterio para cada alternativa.

A partir de obtener las preferencias de cada criterio evaluativo sobre el objeto de estudio, se realiza el proceso de inferencia de información. La inferencia es guiada mediante el uso de operadores de agregación de información. Se parte del conjunto de alternativas A:

$$A = \{A_1, A_2, \ldots, A_m\} \tag{6}$$

A las cuales se les obtienen las preferencias P:

$$P = C_1, , C_n \tag{7}$$

A los criterios evaluativos se les aplica un método multicriterio para procesar las alternativas a partir de los vectores de pesos *W* definidos por los expertos sobre los criterios evaluativos.

$$W = \{w_1, w_2, , w_n\} \tag{8}$$

El proceso de agregación se realiza con la utilización de operadores de agregación de información [11], [12], [13]. [22]. El objetivo fundamental consiste en obtener valoraciones colectivas a partir de valoraciones individuales mediante el uso de operadores de agregación. Para el procesamiento del método propuesto se utiliza el operador de agregación OWA (*Ordered Weighted Averaging)* [14],[15],[16].

Los operadores OWA funcionan similar a los operadores media ponderada, aunque los valores que toman las variables se ordenan previamente de forma decreciente y, contrariamente a lo que ocurre en las medias ponderadas, los pesos no están asociados a ninguna variable en concreto [17], [18], [19, 20].

Definición 1: Dado un vector de pesos $W = w_1, , w_n \in [0,1]^n$ tal que: $\sum_{i=1}^{n} w_i$, el operador (OWA) asociado a w es el operador de agregación $f_n^w: \rightarrow$ R definido por:

$$f_n^w(u) = \sum_{i=1}^{n} w_i \, v_i \tag{9}$$

donde v_i es el *i*-ésimo mayor elemento de $\{u_1, , u_n\}$

Para la presente investigación se define el proceso de agregación de la información empleado, tal como expresa la ecuación 10.

$$F(p_1, , p_2, , p_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j \tag{10}$$

Donde:

P: conjunto de preferencias obtenidas de la evaluación de los criterios para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano.

w_j: son los vectores de pesos atribuidos a los criterios evaluativos.

bj: es el j-ésimo más grande de las preferencias p_n ordenados.

3 Resultados y discusión

Para la implementación del método propuesto se ha realizado un estudio de caso donde se representa un instrumento enfocado hacia el caso específico que se modela. A continuación se presentan las valoraciones alcanzadas por cada actividad:

Actividad 1: Selección de los expertos.

Para la aplicación del método, se aplicó un cuestionario con el objetivo de seleccionar el grupo de expertos a intervenir en el proceso. Se logró el compromiso desinteresado de 9 expertos. Se les aplicó el cuestionario de autoevaluación a los 9 expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 3 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia sobre el tema objeto de estudio de 10 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 9 puntos.

- 2 expertos se autoevalúa con un nivel de competencia de 8 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 6 puntos.

El coeficiente de conocimiento K_c representa un parámetro importante en la aplicación del método propuesto. Para la investigación se obtienen los K_c por experto tal como refiere la tabla 2

Tabla :

Tabla 2. Coeficiente de conocimiento por expertos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,90	1	1	0,80	0,60	0,80	1	0,60	0,90

Se aplicaron 4 preguntas a los expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados para identificar los niveles de conocimientos sobre el tema:

- Sobre la pregunta 1. Análisis teóricos realizados por usted sobre el tema: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 4 expertos y *Media* para 3 expertos.
- Sobre la pregunta 2. Estudio de trabajos publicados por autores Ecuatorianos: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 5 expertos, *Media* para 2 expertos y *Baja* para 2 expertos.
- Sobre la pregunta 3. Contacto directo para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 5 expertos, *Media* para 3 expertos y *Baja* para 1 experto.
- Sobre la pregunta 4. Conocimiento del estado actual para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 5 expertos, *Media* para 4 expertos y *Baja* para 1 experto.

La figura 3 muestra una gráfica con el comportamiento de los coeficientes de conocimiento de los expertos. A partir del análisis de los resultados se determina utilizar 7 de los 9 expertos previstos inicialmente.

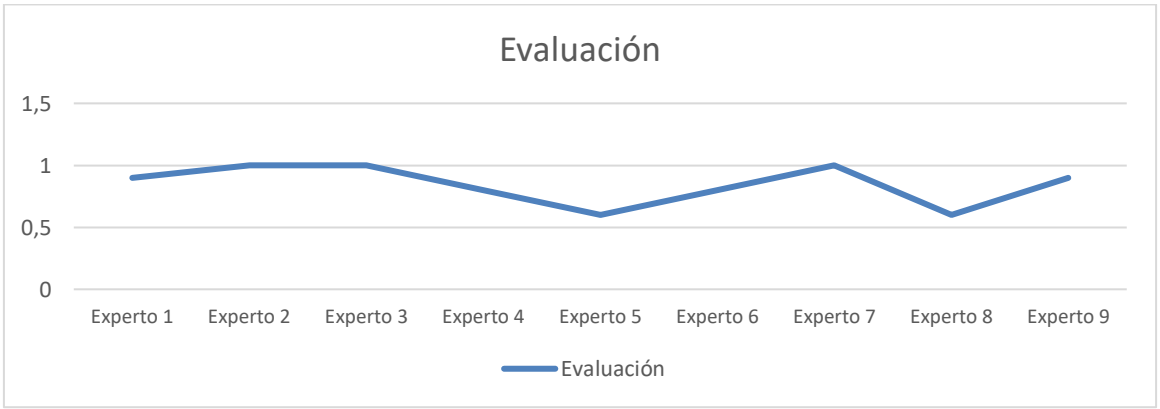


Figura 2 Representación del coeficiente de conocimiento de los expertos.

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Para la actividad se realizó una encuesta a los expertos que intervienen en el proceso. El objetivo consistió en identificar los criterios evaluativos para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano. Los indicadores constituyen el elemento fundamental sobre el cual se realiza el procesamiento en etapas siguientes. [30, 31]

La tabla 3 visualiza los criterios evaluativos obtenidos de la actividad.

Tabla 3: Criterios evaluativos obtenidos.

Número	Criterios evaluativos
C_1	Compatibilidad con los principios constitucionales y derechos fundamentales
C_2	Proporcionalidad de las penas y medidas preventivas
C_3	Impacto en el principio de presunción de inocencia
C_4	Rol del Estado y la seguridad pública
C_5	Tratamiento de grupos vulnerables y estigmatización

Actividad 3 Determinación de los pesos de los creiterios

Para determinar los pesos sobre los criterios se utilizó un enfoque multiexpero, en el que participaron los 7 seleccionados en la actividad 1. Con el empleo de 2-tuplas tal como propone la tabla 1 se realizó el trabajo por el grupo de expertos.

A partir de la agregación realizada mediante la ecuación 9 se unifican los pesos de los 7 expertos en un valor agregado. La tabla 4 muestra el resultado de los vectores de pesos resultantes de la actividad.

Tabla 4: Pesos de los criterios a partir del criterio de experto.

Número	Vectores de pesos W para los criterios C
C_1	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[1,0,0]
C_3	[0.9, 0.1, 0.1]
C_4	[1,0,0]
C_5	[0.8,0,15,0.20]

Se llegó al consenso en la segunda iteración del proceso. A partir de lo cual se tomó como valor de parada.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

Para el estudio de caso propuesto con el objetivo de evaluar el derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano, se realizó una evaluación del cumplimiento de los criterios. Se tomó como información de partida los vectores de pesos atribuidos a cada criterio evaluativo. [32, 33]. Se evaluó el cumplimiento de los indicadores con el empleo del conjunto de etiquetas lingüísticas. Se obtuvo como resultado un sistema con valores difusos que se agregan como valores de salidas. La tabla 5 muestra el resultado del procesamiento realizado.

Tabla 5: Resultado de las evaluaciones obtenidas por los expertos

Número	W	Preferencia	$\sum_{j=1}^{n} w_j b_j$
C_1	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_2	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_3	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_4	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_5	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.85, 0.1, 0.1]
Índice			[0.94, 0.1, 0.1]

La figura 3 muestra el comportamiento de las inferencias sobre los criterios evaluativos para el caso de estudio propuesto.

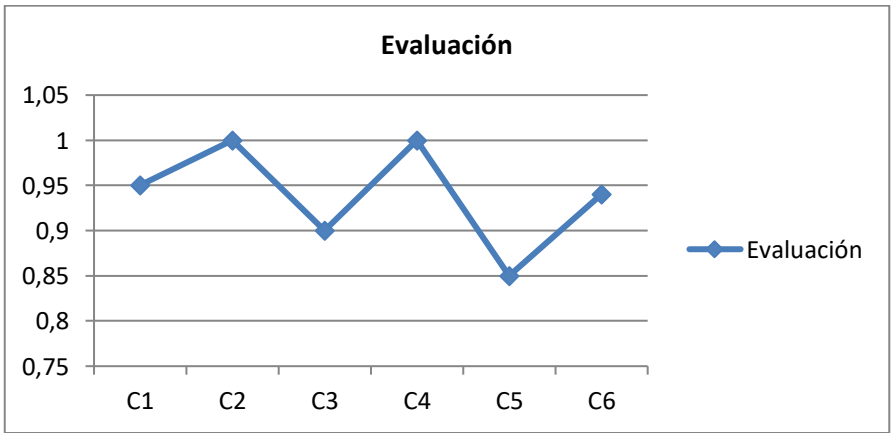


Figura 3. Comportamiento de las inferencias.

A partir de los datos presentados en la tabla 5, se identifica un índice de la propuesta de método multicriterio neutrosófico para la evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano con un II 0,94. Los resultados obtenidos son valorados como Extremadamente alto impacto.

4 Discusión

El análisis doctrinal del Derecho Penal del Enemigo reveló que esta teoría se basa en la distinción entre ciudadanos y enemigos del Estado, fundamentada en la peligrosidad del individuo y la amenaza que representa para la sociedad. Jakobs argumenta que los enemigos, al situarse fuera del pacto social, no deben ser tratados bajo las mismas normas legales que los ciudadanos comunes. Esta teoría justifica la implementación de medidas punitivas excepcionales y la suspensión de ciertos derechos fundamentales para estos individuos. La revisión de la literatura mostró un amplio debate sobre las implicaciones éticas y legales de esta teoría, con críticos que advierten sobre el riesgo de erosionar los principios de igualdad y debido proceso [1, 29, 30].

En el contexto ecuatoriano, la revisión de la legislación, específicamente el Código Orgánico Integral Penal (COIP), mostró que, aunque el marco legal garantiza los derechos fundamentales de todos los individuos, existen disposiciones que permiten la implementación de medidas restrictivas en casos de delitos graves y terrorismo. Por ejemplo, el COIP establece penas más severas y procedimientos especiales para estos delitos, lo que podría interpretarse como una influencia del Derecho Penal del Enemigo. Sin embargo, el COIP también incluye salvaguardas importantes para proteger los derechos procesales, lo que sugiere un equilibrio entre seguridad y derechos fundamentales [3, 26, 31].

El análisis de casos judiciales emblemáticos en Ecuador reveló una aplicación práctica de estas medidas punitivas. En varios casos relacionados con terrorismo y crimen organizado, los tribunales ecuatorianos han aplicado penas más severas y medidas preventivas que limitan ciertos derechos procesales de los acusados. Estos casos muestran una tendencia hacia un enfoque más punitivo en situaciones de amenaza significativa para el Estado. No obstante, también se observó que los jueces han sido cuidadosos en garantizar que estas medidas no violen los derechos fundamentales, manteniendo así un equilibrio entre la necesidad de seguridad y el respeto a los principios constitucionales. [20, 27, 32]

El análisis de casos judiciales realizado con ayuda de profesionales del derecho y expertos en criminología en Ecuador arrojaron resultados mixtos. Mientras algunos profesionales que aportaron con su conocimiento dentro de la investigación consideraron que la adopción de medidas más severas es necesaria para combatir amenazas graves como el terrorismo y otro tipo de delitos, otros expresaron preocupaciones sobre la posible erosión de las garantías procesales y los derechos humanos. Este debate refleja la complejidad de implementar un enfoque que proteja la seguridad del Estado sin comprometer los derechos fundamentales. La opinión generalizada fue que, aunque el Derecho Penal del Enemigo puede ofrecer soluciones pragmáticas a problemas de seguridad, es esencial mantener salvaguardas robustas para evitar abusos y proteger el Estado de derecho. [28, 33]

La teoría del Derecho Penal del Enemigo, aunque proporciona una respuesta pragmática a las amenazas graves contra el Estado, plantea serios desafíos éticos y legales, especialmente en contextos donde el respeto a los derechos fundamentales es crucial. En el caso de Ecuador, aunque la legislación refleja ciertos aspectos de esta teoría, se observa un esfuerzo consciente por mantener un equilibrio entre la seguridad y la protección de los derechos humanos. Esta dualidad es evidente en el COIP, que, aunque permite medidas punitivas más severas en casos de terrorismo y crimen organizado, también incluye salvaguardas importantes para garantizar el debido proceso.

El análisis de los casos judiciales muestra que la aplicación del Derecho Penal del Enemigo en Ecuador no es absoluta. Los tribunales han sido cuidadosos en aplicar medidas severas sólo en situaciones donde la amenaza es significativa y, aun así, han intentado respetar los derechos fundamentales de los acusados. Este enfoque balanceado es crucial para evitar los excesos y abusos que podrían derivarse de una aplicación indiscriminada de la teoría de Jakobs. No obstante, la tendencia hacia un mayor punitivismo en situaciones de alta peligrosidad pone de manifiesto la tensión constante entre la seguridad del Estado y los derechos individuales.

El análisis desarrollado a través de los profesionales del derecho y expertos en criminología resaltan esta tensión. Mientras algunos consideran que las medidas severas son necesarias para proteger la seguridad pública, otros advierten sobre el peligro de erosionar las garantías procesales y los derechos humanos. Este debate refleja una preocupación global sobre cómo los sistemas de justicia penal pueden adaptarse a nuevas amenazas sin comprometer los principios básicos de justicia y equidad. En este sentido, Ecuador no es una excepción, y su marco legal y judicial se enfrenta al desafío de encontrar un equilibrio adecuado.

El Derecho Penal del Enemigo puede ofrecer soluciones inmediatas a problemas de seguridad, su implementación en Ecuador ha sido, en general, prudente y equilibrada. Es esencial que las reformas legales y las prácticas judiciales continúen enfocándose en mantener este equilibrio, asegurando que las medidas punitivas necesarias no comprometan los derechos fundamentales de los individuos. Futuros estudios deberían seguir monitoreando la evolución de la jurisprudencia y la legislación en este ámbito, garantizando que el enfoque punitivo no se desvíe

hacia la criminalización excesiva y la violación de derechos humanos. La protección de la seguridad pública debe ir de la mano con el respeto a los principios constitucionales y los derechos fundamentales, asegurando así un sistema de justicia verdaderamente justo y equitativo.

5 Conclusión

A partir de la implementación del método propuesto, se obtienen vectores de pesos de agregación para la evaluación de los criterios evaluativos que representó la base del proceso evaluación del derecho penal del enemigo y el derecho penal ecuatoriano. La metodología mixta empleada, que combinó análisis doctrinal, empírico lo cual, fue efectiva para proporcionar una comprensión integral del impacto del Derecho Penal del Enemigo en Ecuador. Esta metodología permitió evaluar tanto la teoría como su implementación práctica, ofreciendo una visión holística de las implicaciones legales y sociales de adoptar un enfoque punitivo diferenciado.

Los resultados indicaron que, si bien Ecuador ha adoptado algunas medidas punitivas severas en casos de delitos graves y terrorismo, estas se implementan con salvaguardas importantes para proteger los derechos procesales. Los casos judiciales y las opiniones de los profesionales del derecho reflejan un equilibrio entre la necesidad de seguridad y el respeto a los derechos fundamentales, aunque la tensión entre estos dos aspectos persiste.

La discusión reveló que la aplicación del Derecho Penal del Enemigo en Ecuador es prudente y equilibrada, pero plantea desafíos continuos para el sistema de justicia penal. Es crucial que futuras reformas y prácticas judiciales mantengan este equilibrio, asegurando que las medidas punitivas no comprometan los principios constitucionales y los derechos humanos. La protección de la seguridad pública debe coexistir con el respeto a los derechos fundamentales para garantizar un sistema de justicia equitativo.

Referencias

[1] E. M. C. Figueroa, "De nuevo, el derecho penal del enemigo: una necesidad para asegurar las condiciones de juridicidad," *Derecho Penal y Criminología,* vol. 44, no. 116, pp. 65-93, 2023.

[2] P. E. G. Monguí, "La negación de la calidad de ciudadano o de persona en el derecho penal del enemigo," *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, no. 25, pp. 1070-1103, 2019.

[3] Y. P. Valencia, "Existencia del derecho penal del enemigo en el derecho penal internacional," *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos,* vol. 21, no. 2, pp. 19-34, 2010.

[4] S. H. d. M. Fernández. "Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphy," http://www.ub.edu/histodidactica/index.php?option=com_content&view=article&id=21:criterio-de-expertos-su-procesamiento-a-traves-del-metodo-delphy&catid=11:.

[5] Z.-S. Chen, K.-S. Chin, and K.-L. Tsui, "Constructing the geometric Bonferroni mean from the generalized Bonferroni mean with several extensions to linguistic 2-tuples for decision-making," *Applied Soft Computing,* vol. 78, pp. 595-613, 2019.

[6] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[7] J. Giráldez‐Cru, M. Chica, O. Cordón, and F. Herrera, "Modeling agent‐based consumers decision‐making with 2‐tuple fuzzy linguistic perceptions," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 35, no. 2, pp. 283-299, 2020.

[8] S. Schmied, D. Großmann, S. G. Mathias, and S. Banerjee, "Vertical Integration via Dynamic Aggregation of Information in OPC UA." pp. 204-215.

[9] P. T. Schultz, R. A. Sartini, and M. W. Mckee, "Aggregation and use of information relating to a users context for personalized advertisements," Google Patents, 2019.

[10] N. Gospodinov, and E. Maasoumi, "Generalized Aggregation of Misspecified Models: With An Application to Asset Pricing," 2019.

[11] X. He, "Typhoon disaster assessment based on Dombi hesitant fuzzy information aggregation operators," *Natural Hazards,* vol. 90, no. 3, pp. 1153-1175, 2018.

[12] 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.

[13] P. Liu, H. Xu, and Y. Geng, "Normal wiggly hesitant fuzzy linguistic power Hamy mean aggregation operators and their application to multi-attribute decision-making," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 140, pp. 106224, 2020.

[14] R. R. Yager, and D. P. Filev, "Induced ordered weighted averaging operators," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics),* vol. 29, no. 2, pp. 141-150, 1999.

[15] T. R. Sampson, C. Challis, N. Jain, A. Moiseyenko, M. S. Ladinsky, G. G. Shastri, T. Thron, B. D. Needham, I. Horvath, and J. W. Debelius, "A gut bacterial amyloid promotes α-synuclein aggregation and motor impairment in mice," *Elife,* vol. 9, pp. e53111, 2020.

[16] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[17] L. Jin, R. Mesiar, and R. Yager, "Ordered weighted averaging aggregation on convex poset," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 27, no. 3, pp. 612-617, 2019.

[18] X. Sha, Z. Xu, and C. Yin, "Elliptical distribution‐based weight‐determining method for ordered weighted averaging operators," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 34, no. 5, pp. 858-877, 2019.

[19] H. Garg, N. Agarwal, and A. Tripathi, "Choquet integral-based information aggregation operators under the interval-valued intuitionistic fuzzy set and its applications to decision-making process," *International Journal for Uncertainty Quantification,* vol. 7, no. 3, 2017.

[20] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.

[21] Velázquez-Soto, O. E., Muñoz, E. E. C., Vázquez, M. Y. L., Chieng, L. Y. D., & Ricardo, J. E. "Analysis of Scientific Production on Neutrosophy: A Latin American Perspective". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 67, pp 285-306, 2024.

[22] Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., Ricardo, J. E., & García, J. F. G. "Aplicación de análisis de sentimientos y enfoques neutrosóficos para la comprensión de información textual en la investigación". Revista Conrado, vol. 19, num 94, pp 294-300, 2023

[23] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[24] Lanchimba Ponce, M. V. "La inobservancia del principio de contradicción en el procedimiento expedito para el juzgamiento en contravenciones de violencia intrafamiliar y su incidencia en el debido proceso en el cantón Ibarra año 2020." (Master's thesis), 2022.

[25] Yépez Revelo, M. F. "La imprescriptibilidad de la acción penal en delitos sexuales en contra de niñas, niños y adolescentes, cuando el imputado es adolescente en la ciudad de Ibarra en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[26] Castro Villamarín, M. P. "La Garantía Constitucional de motivación frente al despido de los servidores públicos contratados bajo la modalidad de nombramientos provisionales, en el cantón Babahoyo en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[27] Domínguez Oñate, M. E. "Inaplicación del artículo 25 de la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario, transgrede derechos fundamentales, durante el primer semestre del año 2021 en la provincia de Imbabura" (Master's thesis), 2022.

[28] Coque Coque, K. P. "La justicia restaurativa, garantías constitucionales, conciliación, en cuanto al monto en los delitos de la propiedad, en el cantón Salcedo en el año 2021" (Master's thesis), 2022.

[29] Goyes García, J. F., Romero Fernández, A. J., Alfonso González, I., & Latorre Tapia, L. F. "Desgaste emocional de docentes universitarios en entornos virtuales de formación en período de contingencia sanitaria". Conrado, vol. 17 núm. 81, pp 379-386, 2021.

[30] Torres, G. A. F., Torres, D. A. F., & Fernández, A. R. "Propuesta de instrumento para evaluar la calidad de los servicios y satisfacción de los usuarios en el proceso de inscripción de una institución de educación superior". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2019.

[31] Fernández, A., González, C., Moncada, J., Pearson, G., Picado, M., & Salas, R. "Normas nacionales. Componentes de salud física: Estudiantes costarricenses entre 8 y 17 años". Baula, 2001.

[32] Fernández, A. R., Carballido, R. M., & Herrera, A. A. "Números neutrosóficos de valor único y proceso analítico jerárquico para la discriminación de proyectos". Investigación Operacional, vol. 751, pp 151-191, 2020.

[33] Romero Fernández, A. J., & Álvarez Gómez, G. "Pertinencia de la maestría en Gerencia de Salud de la Universidad Regional Autónoma de los Andes". Educación Médica Superior, vol. 32 núm. 1, pp 18-33, 2018.

Recibido: 30 de septiembre de 2024. Aceptada: 24 de octubre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación de la discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas en Ecuador

Analytical Hierarchical Neutrosophic Analytical Process for the Evaluation of Discrimination and Inequality of Indigenous Peoples in Ecuador

Nayeli Sofía Martínez Villarreal[1], Carmen Marina Méndez Cabrita[2], Jessica Johana Santander Moreno[3], and Jairo Mauricio Puetate Paucar[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Tulcán. Ecuador; sofiavillarreal297@gmail.com
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Tulcán. Ecuador; ut.carmenmmc56@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Tulcán. Ecuador; ut.jessicasm33@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Tulcán. Ecuador; ut.jairopuetate@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación aborda la problemática de la discriminación y desigualdad que enfrentan los pueblos indígenas en Ecuador, enmarcada en un contexto histórico de imposición cultural y religiosa desde la colonización española. Este análisis se centra en el impacto que estas dinámicas han tenido en las áreas de la antropología y la sociología, evidenciando cómo los derechos de los pueblos indígenas han sido históricamente vulnerados. El objetivo principal es comprender la importancia del reconocimiento de los derechos indígenas como un proceso que debe trascender la aprobación estatal, enfatizando la necesidad urgente de un marco legal que garantice la protección de sus territorios y derechos. Se considera relevante el papel de la burocracia estatal en la implementación de leyes que respalden estas demandas. Para ello, se tomará como referencia la Constitución ecuatoriana de 2008, que destaca la diversidad cultural del país y establece principios de equidad, igualdad y respeto hacia las comunidades indígenas y sus tradiciones. La investigación incorpora el Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico como herramienta metodológica para evaluar la situación de los pueblos indígenas, permitiendo un análisis estructurado de los diferentes factores involucrados en la discriminación y desigualdad que enfrentan. A través de este enfoque, se busca no solo visibilizar la crisis de derechos que padecen, sino también proponer acciones concretas que fomenten un mayor reconocimiento y protección de su identidad y derechos dentro del contexto legal ecuatoriano.

Palabras Claves: Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico, pluralismo jurídico, discriminación, pueblos indígenas.

Abstract. This research addresses the problem of discrimination and inequality faced by indigenous peoples in Ecuador, framed in a historical context of cultural and religious imposition since Spanish colonization. This analysis focuses on the impact that these dynamics have had in the areas of anthropology and sociology, showing how the rights of indigenous peoples have been historically violated. The main objective is to understand the importance of the recognition of indigenous rights as a process that must transcend state approval, emphasizing the urgent need for a legal framework that guarantees the protection of their territories and rights. The role of state bureaucracy in the implementation of laws that support these demands is considered relevant. To do so, the Ecuadorian Constitution of 2008 will be taken as a reference, which highlights the cultural diversity of the country and establishes principles of equity, equality and respect for indigenous communities and their traditions. The research incorporates the Neutrosophic Hierarchical Analytical Process as a methodological tool to evaluate the situation of indigenous peoples, allowing a structured analysis of the different factors involved in the discrimination and inequality they face. Through this approach, the aim is not only to make visible the crisis of rights they suffer, but also to propose concrete actions that promote greater recognition and protection of their identity and rights within the Ecuadorian legal context.

Keywords: Analytical Hierarchical Neutrosophic Process, legal pluralism, discrimination, indigenous peoples.

1 Introducción

A lo largo de los años, la historia ha tratado de especificar que la pluriculturalidad en una región surge a través del adoctrinamiento de la colonia española, impulsado por figuras como Christophorus Columbus, conocido en América Latina como Cristóbal Colón. Este explorador y cartógrafo llegó a crear una ambición por obtener y imponer su poder, buscando el dominio sobre las comunidades indígenas mediante la religión, las costumbres, las prácticas y tradiciones [1]. Esta situación ha generado un arduo proceso de investigación en sociología, antropología y epistemología, disciplinas que se han dedicado a explorar las especificidades de los pueblos originarios. Sin embargo, muchos antropólogos han centrado sus esfuerzos en el análisis de los períodos precerámicos, así como en los aspectos educativos y formativos de las comunidades andinas, además de abordar el desarrollo rural de estas poblaciones [2, 38].

En años recientes, Ecuador ha mostrado porcentajes significativos de población indígena. Comparando los pueblos indígenas de América Latina, se destacan más de 800 grupos que habitan en la región y que concentran alrededor de 58 millones de personas, representando un 10% de la población total [3]. En Ecuador, los pueblos indígenas constituyen el 7,7% de sus 14 nacionalidades, agrupadas en diversas organizaciones locales, regionales y nacionales [4].

En contraste, en Perú, los pueblos indígenas representan el 31,8% de la población, con Loreto como el departamento con mayor concentración. Ayacucho, por otro lado, tiene menos del 1% de población indígena. En Bolivia, los 36 pueblos indígenas que habitan en los Andes muestran que el pueblo quechua representa el 49,5% de la población [5, 44]. Finalmente, en Brasil se registran 266 pueblos indígenas, que equivalen al 0,83% de la población total del país.

Reconociendo que, los derechos de los pueblos indígenas no deben ser reconocidos por ningún estado ni por normas jurídicas, ya que estos pueblos son considerados colectivos en América Latina. La desigualdad y discriminación en un pluralismo jurídico andino requieren una comprensión que permita su supervivencia y desarrollo futuro. En este contexto, la asamblea nacional y los congresos juegan un papel fundamental en la aprobación de normas jurídicas, siendo necesario crear e implementar leyes secundarias que aborden estas problemáticas.

Además, los dialectos autóctonos de los pueblos indígenas deben ser preservados, por lo que es esencial que las consultas nacionales apoyen a estas comunidades para garantizar la gestión de sus territorios. Existen varias leyes internacionales, como las de la Organización de las Naciones Unidas (2007), la Organización Internacional del Trabajo (1989) y la Organización de los Estados Americanos (2016), que se ocupan de proteger los derechos de todos los pueblos indígenas.

Asimismo, se busca promover el diálogo y la comprensión intercultural, instando a los gobiernos a rendir cuentas por cualquier violación de los derechos indígenas. Se destaca la labor de líderes que forman parte de organizaciones y movimientos nacionales, trabajando para impulsar los derechos, la justicia y la gobernanza en los grupos indígenas. Gracias a las iniciativas en favor de los derechos de los pueblos indígenas, se logró una regulación en la ley orgánica que se encuentra en el artículo 57, numeral 7, de la Constitución de la República del Ecuador de 2008, durante el periodo presidencial de Rafael Correa Delgado y su sucesor, Lenin Moreno.

En relación con la problemática expuesta se busca indagar el desarrollo de un enfoque Intercultural en las actividades económicas sostenibles, para promover el diálogo intercultural y la construcción de consensos que tratan de generar el monitoreo y evaluación para medir las acciones implementadas en el marco del desarrollo social, económico y cultural, logrando un efecto de desarrollo sostenible y equitativo. En este sentido, este trabajo se propuso el siguiente objetivo: Implementar un Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación de la discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas en Bolivia, Perú, Brasil y Ecuador.

2 Materiales y métodos

El método propuesto en esta investigación está estructurado en tres etapas: entrada, procesamiento y salida de información. La etapa de entrada nutre los criterios de selección del método, posteriormente en la etapa de procesamiento se implementa la evaluación multicriterio. La etapa de salida visualiza la inferencia propuesta por el método como resultado del proceso de evaluación. El método basa su funcionamiento mediante Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico (NAHP).

2.1 El Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) fue propuesto por Thomas Saaty 1980 [6]. Constituye uno de los métodos más difundidos en la resolución de problemas de toma de decisiones multicriterios. Esta técnica realiza una modelación del problema que da lugar a la formación de una jerarquía representativa del esquema decisional

asociado [7-9]. Dicha jerarquía presenta en el nivel superior la meta que se persigue al resolver el problema y en el nivel inferior se incluyen las distintas alternativas a partir de las que debe tomarse una decisión. Los niveles intermedios detallan el conjunto de criterios y atributos considerados [10, 37, 45].

AHP es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto. En esta estructura jerárquica, el objetivo final se encuentra en el nivel más elevado, y los criterios y subcriterios en los niveles inferiores [11-13]. La figura 1 muestra la estructura jerárquica de AHP [14], [15], [16, 36]

En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de toma de decisiones [17], [18-20]. Los elementos que afectan la toma de decisiones son representados en el nivel intermedio, ocupando los criterios los niveles intermedios. En el nivel más bajo se comprenden las opciones de decisiones [21], [22], [23, 35].

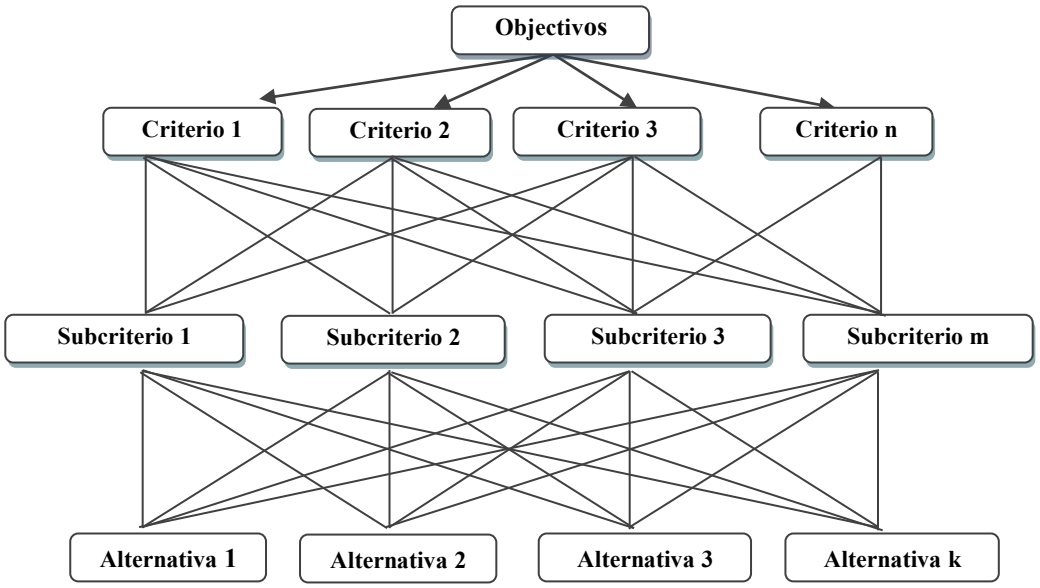


Figura 1. Proceso Analítico Jerárquico.

Una vez definida la estructura jerárquica, se comparan los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior. Para ello se utilizan matrices de comparación pareadas usando una Escala Fundamental [24, 36, 39]. La comparación de las diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada matriz de decisión. [46]

2.2 Estructura del método propuesto

Una vez identificado los criterios evaluación, el método realiza un proceso de comparación entre criterios. Se establecen los niveles de importancia o ponderación asociados a los criterios. Se estiman por medio de comparaciones apareadas entre cada criterio. Esta comparación se lleva a cabo usando una escala, tal como expresa la ecuación (1) [25], [26, 40].

$$S = \left\{\frac{1}{9},\frac{1}{8},\frac{1}{7},\frac{1}{6},\frac{1}{5},\frac{1}{4},\frac{1}{3},\frac{1}{2},1,2,3,4,5,6,7,8,9\right\} \quad (1)$$

En el caso de *n* atributos la comparación apareada del elemento *i* con el elemento *j* es colocado en la posición de *aij* de la matriz A de comparaciones apareadas, tal como se muestra en la ecuación (2).

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

A partir del proceso de comparación se obtienen los valores recíprocos de estas comparaciones. Los valores obtenidos se colocados en la posición *aji* de A, con la finalidad de preservar la consistencia del juicio [27, 28]. El proceso de decisión debe comparar la importancia relativa de un elemento con respecto a un segundo, usando la escala de 9 puntos mostrada en la tabla 1.

Para el elemento 1 que fue calificado con fuerte dominancia sobre el elemento 2, se expresa como resultado en la posición a_{12}, se coloca un 5 y recíprocamente en la posición de a_{21} se coloca 1/5.

Tabla 1. La escala de Saaty traducida a una escala triangular neutrosófica.

Escala Saaty	Definición	Escala Triangular Neutrosófica
1	Igualmente influyente	$\tilde{1} = \langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$
3	Ligeramente influyente	$\tilde{3} = \langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$
5	Fuertemente influyente	$\tilde{5} = \langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$
7	Muy fuertemente influyente	$\tilde{7} = \langle(6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$
9	Absolutamente influente	$\tilde{9} = \langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$
2, 4, 6, 8	Valores intermedio entre dos escalas cercanas	$\tilde{2} = \langle(1,2,3);0.40,0.65,0.60\rangle$
		$\tilde{4} = \langle(3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$
		$\tilde{6} = \langle(5,6,7);0.70,0.25,0.30\rangle$
		$\tilde{8} = \langle(7,8,9);0.85,0.10,0.15\rangle$

Por su parte, Saaty estableció que el Índice de Consistencia (CI) debería depender de λ max, el valor propio máximo de la matriz. Definió la ecuación $\mathrm{CI} = \frac{\lambda_{max-n}}{n-1}$, donde *n* es el orden de la matriz. Además, definió la Relación de Consistencia (CR) con la ecuación CR = CI/RI, donde RI se relaciona en la Tabla 2.

Tabla 2. RI asociada a cada petición.

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

- Si CR≤0.1 se considera que la evaluación de los expertos es suficientemente consistente y por lo tanto se puede proceder a utilizar NAHP.
- NAHP tiene como objetivo calificar criterios, subcriterios y alternativas, y clasificar cada alternativa de acuerdo con estos puntajes [29, 30].
- NAHP también se puede utilizar en la evaluación de grupo. En tal caso, el valor final se calcula mediante la media geométrica ponderada, mediante las ecuaciones 3 y 4.
-

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^{n} x_i^{w_i}\right)^{1/\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad (3)$$

Si los pesos de los expertos suman uno, es decir $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$, la ecuación 3 se transforma en la ecuación 4.

$$\bar{x} = \prod_{i=1}^{n} x_i^{w_i} \quad (4)$$

3 Resultados y discusión

Como parte de los resultados el método propuesto fue implementado para la evaluación de la discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas en Ecuador. La presente sección realiza una descripción de los resultados obtenidos de su implementación. Para la obtención de la información el método propuesto emplea un enfoque multicriterio multiexperto, expresado como:

El grupo de criterios que caracterizan manifestaciones de discriminación y desigualdad en el problema de toma de decisiones tal que:

$$C = \{c_1, c_2, \ldots, c_m\}, m \geq 1 \quad ,$$

.

Para lo cual participan el grupo de expertos que intervienen en el problema de toma de decisiones tal que:

$$E = \{e_1, e_2, \ldots, e_n\}, n \geq 1 \quad ,$$

Mediante el conjunto de alternativas de decisión para en el problema de toma de decisiones propuesto tal que:

$$A = \{a_1, a_2, \ldots, a_k\}, k \geq 1 \quad ,$$

A partir del análisis realizado, se obtienen los principales criterios a tener en cuenta. La alternativa para evaluar es la siguiente:

A_1: Sí existen manifestaciones de discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas.

A_2: No existen manifestaciones de discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas.

Se consultó a un grupo de expertos en temas de derechos indígenas, sociología y antropología para identificar cuatro criterios evaluativos que permitirían analizar las alternativas presentadas sobre la existencia o no de discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas en Ecuador. Durante el proceso, los expertos discutieron la relevancia de considerar aspectos históricos, sociales, legales y culturales que impactan a estas comunidades, así como la necesidad de medir tanto evidencias objetivas como percepciones subjetivas. Los criterios evaluativos son:

Tabla 3. Criterios evaluativos.

Id	Criterio	Descripción
C_1	Testimonios y percepciones	Experiencia de los pueblos indígenas que reflejen su percepción sobre discriminación y desigualdad en diversos ámbitos.
C_2	Datos estadísticos	Datos cuantitativos sobre la situación socioeconómica de las comunidades indígenas en comparación con otros grupos en la región.
C_3	Marco legal y políticas públicas	Existencia y aplicación de leyes y políticas que protegen los derechos de los pueblos indígenas, así como la efectividad de estas medidas en la práctica.
C_4	Incidentes documentados	Casos documentados de discriminación y desigualdad, incluyendo informes de organizaciones de derechos humanos, medios de comunicación, y registros de conflictos sociales que involucren a pueblos indígenas.

Las tres matrices por pares obtenidas correspondientes a los criterios, una por experto, se resumen en la tabla 3. Los valores se expresan en forma de la escala dada en la tabla 1.

Tabla 4: Pares de comparación correspondientes a los criterios agregados dados por los expertos.

Criterio	A_1	A_2
A_1	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
A_2	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

La tabla 5, contiene la valoración media para el total de expertos correspondientes a los requisitos, uno por cada criterio.

Tabla 5: Matriz media nítida por pares correspondiente a los requerimientos dados por los expertos según criterio C_1.

C	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$
C_2	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$
C_3	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$
C_4	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$

A partir de la aplicación de la ecuación 1, se aplica la ecuación 4 para convertir las matrices por pares en matrices nítidas. El CR obtenido fue 0.00235 que represente el valor agregado de los expertos. Se observa que es menor que 0.1. Mientras que, para las matrices de requerimientos, los CR son menores a 0.1 respecto a cada experto y cada criterio.

La Tabla 6 resume los vectores prioritarios de los tres expertos para los criterios, aplicando la Ecuación 2 con pesos $w_i = 1/3$ para i = 1, 2, 3.

Tabla 6: Promedio de vectores de prioridad obtenidos para cada criterio sobre los expertos y su orden.

Alternativas	Promedio sobre expertos de Criterios Vectores Prioritarios	Orden
A_1	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	1
A_2	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$	2

La Tabla 7 resume los pesos para cada requerimiento y el orden final.

Tabla 7: Los vectores de prioridad de requisitos y el orden final de requisitos.

Criterios	$A_1(0.9)$	$A_2(0.60)$	Vector de Prioridad	Orden
C_1	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	0,34	1
C_2	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$	0,32	2
C_3	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$	0,06	4
C_4	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$	0,25	3

De acuerdo con los resultados resumidos en la Tabla 7, los indicadores poseen un nivel de cumplimiento que se ordenan de la siguiente manera: $C_1 \succ C_2 \succ C_4 \succ C_3$.

4 Discusión

La implementación del Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico (PAHN) para evaluar las alternativas sobre la existencia de manifestaciones de discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas en Bolivia, Perú, Brasil y Ecuador, revelan una serie de conclusiones significativas sobre la realidad de estos pueblos en el contexto latinoamericano.

El análisis sugiere que existen manifestaciones de discriminación y desigualdad (A_1), las cuales se evidencian por la persistente marginalización y vulneración de derechos en diversas dimensiones sociales y económicas. Esto se respalda por el reconocimiento de que la justicia restaurativa en Ecuador, dentro de un marco de pluralismo jurídico, representa una alternativa viable y más efectiva a la situación actual del sistema penitenciario. Al promover la rehabilitación en lugar del encarcelamiento, este enfoque contribuye a la armonía comunitaria y busca mitigar la violencia y el hacinamiento en las cárceles, lo que indirectamente resalta las fallas del sistema judicial tradicional, que muchas veces perpetúa la desigualdad. [41, 42, 45]

Además, se menciona un conflicto de competencias entre la jurisdicción ordinaria y la jurisdicción indígena, lo que pone en evidencia la limitación de las sentencias judiciales, que aunque integran elementos del pluralismo jurídico, a menudo son insuficientes para abordar las necesidades y derechos de los pueblos indígenas [31]. Este aspecto es crucial, ya que resalta las tensiones que existen entre el marco legal nacional y la autonomía de los sistemas jurídicos indígenas, lo que contribuye a la discriminación estructural [32, 36].

El reconocimiento y la promoción de la Justicia Indígena como un derecho intrínseco a la autonomía y cohesión social de estos pueblos son fundamentales, pero este reconocimiento es un retroceso si no es acompañado por un cambio real en la percepción y aplicación de derechos en la práctica [33, 46]. Es imprescindible avanzar hacia el fortalecimiento de un sistema de pluralismo jurídico que fomente la pacificación e integración del Estado con los pueblos y nacionalidades indígenas, lo cual podría ser un paso hacia la reducción de la discriminación y desigualdad [34, 37].

Los resultados del PAHN indican que la situación de los pueblos indígenas en la región requiere una atención multidimensional que abarque aspectos legales, culturales y sociales, reafirmando que los esfuerzos por implementar un marco de justicia restaurativa y pluralismo jurídico son esenciales para garantizar una coexistencia pacífica y equitativa entre el Estado y las comunidades indígenas. En consecuencia, la alternativa A_1 se sostiene con mayor potencial, destacando la urgencia de políticas públicas que atiendan estas desigualdades. [36, 43]

5 Conclusión

La investigación sobre la discriminación y desigualdad de los pueblos indígenas en Bolivia, Perú, Brasil y Ecuador reveló que existen manifestaciones de discriminación y desigualdad en diversas áreas como educación, salud y acceso a la justicia. Además, la justicia restaurativa, en el contexto del pluralismo jurídico en Ecuador, ha demostrado ser más eficaz que el enfoque punitivo tradicional al promover la rehabilitación y la cohesión social, sugiriendo que este modelo podría ser adaptado en otras partes de América Latina.

También se evidenció un conflicto de competencias entre la jurisdicción ordinaria y la indígena, lo que limita la aplicación efectiva de la justicia para estos pueblos, subrayando la necesidad de un marco legal que respete y potencie sus sistemas jurídicos autónomos.

Asimismo, se ha reafirmado que la Justicia Indígena es vital para la autonomía y cohesión social, aunque enfrenta obstáculos en su implementación efectiva. La investigación destaca la importancia de adoptar políticas públicas inclusivas que fomenten un verdadero pluralismo jurídico y promuevan la integración y pacificación en-

tre el Estado y las comunidades indígenas. Además, se hace hincapié en la necesidad de educación y sensibilización sobre los derechos indígenas para combatir la discriminación.

Referencias

[1] C. Riojas, and S. Rinke, *América Latina en la historia global*: Siglo XXI Editores México, 2022.

[2] L. A. Miranda-Calderón, "Pedagogía teatral y exploración de la realidad: Un abordaje expresivo-concientizador en la formación de docentes," *Revista Electrónica Educare,* vol. 24, no. 2, pp. 437-458, 2020.

[3] L. D. Acosta, and B. Ribotta, "Visibilidad estadística y mecanismos participativos de los pueblos indígenas en América Latina: avances y desafíos," 2022.

[4] IWGIA. "El Mundo Indígena 2024: Ecuador," https://www.iwgia.org/es/ecuador/5483-mi-2024-ecuador.html.

[5] IWGIA. "El Mundo Indígena 2024: Bolivia."

[6] T. L. Saaty, *Toma de decisiones para líderes*: RWS Publications, 2014.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 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.

[10] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 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.

[14] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.

[15] 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.

[16] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[17] 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.

[18] 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.

[19] 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.

[20] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[21] C. Tubet Abramo, "Diseño de una metodología de evaluación de la sostenibilidad del Mix Eléctrico Nacional, basada en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP)," 2016.

[22] F. Smarandache, "Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Florentin Smarandache Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics," 2017.

[23] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[24] O. M. Cornelio, and J. G. Gulín, "Modelo para la evaluación de habilidades profesionales en un Sistema de Laboratorios a Distancia," *Revista Cientifica,* vol. 3, no. 33, pp. 1, 2018.

[25] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[26] W. Ho, and X. Ma, "The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process," *European Journal of Operational Research,* vol. 267, no. 2, pp. 399-414, 2018.

[27] 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.

[28] 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.

[29] 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.

[30] 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.

[31] J. C. C. Aguilar, "Democracia, pluralismo político y partidos políticos," *Revista de la Facultad de Derecho de México,* vol. 68, no. 270, pp. 151-174, 2018.

[32] A. M. A. Tenorio, and D. E. Rafecas, "Ineficacia del tipo penal de la violencia psicológica en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, en el primer trimestre del 2021," *Visionario Digital,* vol. 8, no. 1, pp. 6-29, 2024.

[33] C. B. Zhunio Zhunio, "Sentencias constitucionales sobre pedidos de acción extraordinaria de protección en la justicia indígena: análisis desde el pluralismo jurídico (AÑOS 2018-2022)," Universidad del Azuay, 2023.

[34] L. F. P. Piñas, B. d. C. V. Naranjo, and F. A. M. Ramos, "El debate del pluralismo jurídico en Ecuador," *Estudios del desarrollo social: Cuba y América Latina,* vol. 10, pp. 44-54, 2022.

[35] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". Investigación Operacional, vol. 43 núm. 3, pp 409-419, 2022.

[36] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024

[37] Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., Ricardo, J. E., & García, J. F. G. "Aplicación de análisis de sentimientos y enfoques neutrosóficos para la comprensión de información textual en la investigación". Revista Conrado, vol. 19, num 94, pp 294-300, 2023

[38] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[39] Lanchimba Ponce, M. V. "La inobservancia del principio de contradicción en el procedimiento expedito para el juzgamiento en contravenciones de violencia intrafamiliar y su incidencia en el debido proceso en el cantón Ibarra año 2020." (Master's thesis), 2022.

[40] Yépez Revelo, M. F. "La imprescriptibilidad de la acción penal en delitos sexuales en contra de niñas, niños y adolescentes, cuando el imputado es adolescente en la ciudad de Ibarra en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[41] Castro Villamarín, M. P. "La Garantía Constitucional de motivación frente al despido de los servidores públicos contratados bajo la modalidad de nombramientos provisionales, en el cantón Babahoyo en el año 2020." (Master's thesis), 2022.

[42] Domínguez Oñate, M. E. "Inaplicación del artículo 25 de la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario, transgrede derechos fundamentales, durante el primer semestre del año 2021 en la provincia de Imbabura" (Master's thesis), 2022.

[43] Coque Coque, K. P. "La justicia restaurativa, garantías constitucionales, conciliación, en cuanto al monto en los delitos de la propiedad, en el cantón Salcedo en el año 2021" (Master's thesis), 2022.

[44] Fernández, A., González, C., Moncada, J., Pearson, G., Picado, M., & Salas, R. "Normas nacionales. Componentes de salud física: Estudiantes costarricenses entre 8 y 17 años". Baula, 2001.

[45] Fernández, A. R., Carballido, R. M., & Herrera, A. A. "Números neutrosóficos de valor único y proceso analítico jerárquico para la discriminación de proyectos". Investigación Operacional, vol. 751, pp 151-191, 2020.

[46] Romero Fernández, A. J., & Álvarez Gómez, G. "Pertinencia de la maestría en Gerencia de Salud de la Universidad Regional Autónoma de los Andes". Educación Médica Superior, vol. 32 núm. 1, pp 18-33, 2018.

Recibido: 30 de septiembre de 2024. Aceptada: 25 de octubre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2 (DMT2)

Neutrosophic method for the evaluation of type 2 diabetes mellitus (T2DM) behavior

Joselyn Estefanía Analuisa Guaman[1], Cristina Jennifer Cuesta Sánchez[2], and Fredy Alexander Medina Mendaño[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; joselynag06@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; jennifercs63@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; fredymm66@uniandes.edu.ec

Resumen. La diabetes tipo 2 es una enfermedad en la que los niveles de glucosa o azúcar en la sangre son demasiado altos. La glucosa es su principal fuente de energía. Proviene de los alimentos que consume. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2. Los síntomas característicos de hiperglicemia como: astenia polidipsia, poliuria, junto con antecedentes familiares de diabetes tipo 2, sugieren un diagnóstico de esta enfermedad. El caso de la paciente se subraya la relevancia de identificar precozmente la Diabetes Mellitus tipo 2 mediante la detección de síntomas específicos y pruebas diagnósticas como glucosa y hemoglobina glicosilada (HbA1c) elevadas.

Palabras Claves: Diabetes Mellitus tipo 2, prevalencia, complicaciones, estilo de vida, control glucémico, método neutrosófico.

Abstract. Type 2 diabetes is a disease in which glucose or blood sugar levels are too high. Glucose is the main source of energy. It comes from the food you eat. The present research aims to develop a neutrosophic method for the evaluation of the behavior of type 2 diabetes mellitus. The characteristic symptoms of hyperglycemia such as: asthenia, polydipsia, polyuria, together with a family history of type 2 diabetes, suggest a diagnosis of this disease. The case of the patient highlights the importance of early identification of type 2 diabetes mellitus by detecting specific symptoms and diagnostic tests such as elevated glucose and glycosylated hemoglobin (HbA1c).

Keywords: Type 2 diabetes mellitus, prevalence, complications, lifestyle, glycemic control, neutrosophic method.

1 Introducción

La diabetes tipo 2 es una enfermedad en la que los niveles de glucosa o azúcar en la sangre son demasiado altos. La glucosa es su principal fuente de energía. Proviene de los alimentos que consume. Una hormona llamada insulina ayuda a que la glucosa ingrese a las células para brindarles energía. Si tiene diabetes, su cuerpo no produce suficiente insulina o no la usa bien. Luego, la glucosa permanece en la sangre y no ingresa lo suficiente a las células. Con el tiempo, tener demasiada glucosa en la sangre puede causar problemas de salud. Sin embargo, se pueden tomar medidas para controlar la diabetes y tratar de prevenir estos problemas de salud [1].

Una investigación publicada en *The American Journal of Medicine* que rastrea datos epidemiológicos de 1999 a 2019 señaló una disminución inicial seguida de un repunte a partir de 2014.Tras una disminución inicial de la mortalidad relacionada con la diabetes mellitus (DM) y las enfermedades cardiovasculares (ECV), los investigadores han observado una reversión de esta tendencia, con un aumento de la mortalidad entre 2014 y 2019. La diabetes mellitus, un factor de riesgo importante para las complicaciones de la enfermedad cardiovascular, ha ido aumentando en los últimos años. Se informa que más de 37 millones de adultos en los Estados Unidos (alrededor del 15% de esa población) padecen diabetes mellitus, y otros ocho millones de adultos viven con una enfermedad no diagnosticada [2].

La diabetes mellitus representa un importante desafío de salud global, con una alta prevalencia que se espera

que continúe aumentando hasta 2025, especialmente en los países en desarrollo. En España, la incidencia de diabetes tipo 1 en menores de 15 años oscila entre 11 y 15 casos por cada 100,000 habitantes por año. Aunque no existen datos específicos sobre la prevalencia total de diabetes tipo 2 a nivel nacional, estudios locales y regionales sugieren una prevalencia que varía entre el 9.9% y el 15.9% en adultos mayores de 30 años. La nefropatía diabética incipiente afecta alrededor del 13-15% de los pacientes con diabetes tipo 1 y al 14-29% de los pacientes con diabetes tipo 2 en España. La prevalencia de nefropatía diabética establecida oscila entre el 13% y el 15% en pacientes con diabetes tipo 1 y entre el 5% y el 15% en pacientes con diabetes tipo 2 [3].

Está estrechamente relacionada con la obesidad y la resistencia a la insulina (RI), junto con un deterioro en la función de las células beta pancreáticas. Frente a la RI, las células beta incrementan la producción de insulina para compensar, generando hiperinsulinismo que inicialmente contrarresta la RI y mantiene la glucosa en niveles normales. Sin embargo, con el tiempo, estas células pierden su capacidad de mantener la producción excesiva de insulina, lo que resulta en un déficit relativo de insulina con respecto a la RI y finalmente en hiperglucemia, estableciendo el diagnóstico de DMT2 [4, 26].

El cuadro clínico de DMT2 puede presentar una amplia variabilidad sintomática entre individuos y, en ocasiones, puede ser asintomática durante períodos prolongados. No obstante, síntomas característicos incluyen polifagia (aumento del apetito), polidipsia (sed excesiva), poliuria (aumento de la frecuencia urinaria, especialmente nocturna), fatiga, pérdida de peso inexplicada a pesar de un mayor apetito, visión borrosa, infecciones recurrentes (piel, encías, tracto urinario), cicatrización lenta de heridas, sensaciones de hormigueo o entumecimiento en extremidades, problemas cutáneos como sequedad o picazón, y disfunción sexual como disfunción eréctil en hombres o problemas de lubricación vaginal en mujeres. Es fundamental realizar pruebas de detección periódicas, especialmente en individuos con factores de riesgo, para un diagnóstico precoz y un manejo efectivo que prevenga complicaciones asociadas [5, 24].

Los criterios bioquímicos de laboratorio utilizados para confirmar el diagnóstico de diabetes son los siguientes: Hemoglobina glucosilada fracción A1c (HbA1c) igual o superior al 6.5%. Esta prueba se realiza en el laboratorio y proporciona una medida estandarizada del control glucémico en los últimos 2-3 meses. Glucosa en ayunas igual o superior a 126 mg/dL después de un ayuno de al menos ocho horas. Este nivel elevado de glucosa en sangre en ayunas indica la presencia de diabetes. Glucosa en plasma igual o superior a 200 mg/dL dos horas después de realizar una prueba de tolerancia oral a la glucosa. Esta prueba implica administrar al paciente una carga de glucosa y luego medir los niveles de glucosa en sangre después de dos horas. Un nivel de glucosa elevado en este punto indica diabetes [6].

El tratamiento no farmacológico se basa en intervenciones que modifican el estilo de vida del paciente, como la educación y la promoción de cambios en la alimentación, el ejercicio y las conductas saludables. Tratamiento médico nutricional se recomienda una dieta individualizada con un bajo contenido de grasas y una proporción específica de carbohidratos, preferiblemente con alimentos de bajo índice glucémico y alto contenido de fibra. Tratamiento farmacológico, la metformina es el fármaco de elección inicial en pacientes con diabetes tipo 2, especialmente en aquellos con obesidad. Se puede considerar el uso de otros fármacos, como las sulfonilureas, glinidas, inhibidores de la alfa-glucosidasa o tiazolidinedionas, según la respuesta del paciente y la presencia de comorbilidades. En casos de falta de respuesta al tratamiento oral, puede ser necesario iniciar la terapia con insulina en pacientes con un mal control glucémico.

El pronóstico de la diabetes tipo 2 está determinado por varios factores, como el control glucémico, la adhesión al tratamiento, el estilo de vida del paciente, las comorbilidades y el acceso a la atención médica. Cuando la enfermedad no se maneja adecuadamente, puede provocar complicaciones graves en varios sistemas del cuerpo, como el cardiovascular, renal, nervioso y ocular, incluyendo enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, neuropatía, nefropatía, retinopatía, problemas dermatológicos, úlceras en los pies e incluso amputaciones. No obstante, con un manejo adecuado que incluya cambios en el estilo de vida, medicamentos según sea necesario y visitas médicas regulares, muchos pacientes con diabetes tipo 2 pueden tener una esperanza de vida prolongada y una buena calidad de vida. [24, 27]

Aproximadamente un tercio de los pacientes con diabetes mellitus (DM) desarrollan retinopatía diabética (RD), una de las principales causas de ceguera en personas en edad laboral. La RD suele desarrollarse después de muchos años de DM, y algunos pacientes no desarrollan RD hasta más de 50 años después. Una nueva investigación sugiere que un sistema endógeno que protege a las células endoteliales de la retina humana de los efectos nocivos de la hiperglucemia (un exceso de azúcar en sangre) puede ser responsable de la aparición tardía de la RD. Además, la degradación de este sistema protector con el tiempo puede preparar el terreno para el desarrollo de la RD [7, 29].

El análisis de más de 1,5 millones de registros de pacientes con diabetes tipo 2 arroja luz sobre el riesgo de demencia y enfermedad de Alzheimer y los posibles beneficios asociados con el tratamiento antidiabético, informa el *American Journal of Preventive Medicine*. Los investigadores que analizaron los posibles efectos cognitivos de los medicamentos antidiabéticos en los registros de más de 1,5 millones de pacientes con diabetes mellitus tipo 2

(DM2) descubrieron que los riesgos de demencia y enfermedad de Alzheimer (EA) eran significativamente menores en los pacientes tratados con metformina e inhibidores del cotransportador de sodio y glucosa tipo 2 (SGLT-2i) en comparación con otros medicamentos antidiabéticos [8, 24].

2 Método neutrosófico para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2

La presente sección describe el funcionamiento del método neutrosófico para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2. Se presentan las características generales de la solución propuesta. Se describen las principales etapas y actividades que conforman el método.

El método multicriterio neutrosófico p para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2 está diseñado bajo las siguientes cualidades:

- Integración: el método garantiza la interconexión de los diferentes componentes en combinación para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2.
- Flexibilidad: utiliza 2-tuplas para representar la incertidumbre.
- Interdependencia: el método utiliza como punto de partida los datos de entrada proporcionados por los expertos del proceso. Los resultados analizados contribuyen a una base de experiencia que conforma el núcleo del procesamiento para la inferencia.

El método se sustenta en los siguientes principios:

- Identificación mediante el equipo de expertos de los criterios para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2.
- El empleo de métodos multicriterios neutrosóficos en la evaluación y decisión.

El método neutrosófico para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2, está estructurado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de evaluación a partir de un método de inferencia multicriterio, posee tres etapas fundamentales: entrada, procesamiento y salida de información.

2.1 Descripción de las etapas del método

El método está conformado por cuatro actividades que rigen el proceso de inferencia del procesamiento. A continuación se detalla su funcionamiento:

Actividad 1: Selección de los expertos.

El proceso consiste en determinar el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Para comenzar el proceso se envía un modelo a los posibles expertos con una explicación breve sobre los objetivos del trabajo y el área del conocimiento en el que se enmarca la investigación. Se realizan las siguientes actividades:

1. Se establece contacto con los expertos conocedores y se les pide que participen en el panel. La actividad obtiene como resultado la captación del grupo de expertos que participará en la aplicación del método.

El proceso debe filtrar los expertos con bajo nivel de experticia participando en el proceso los de mayor conocimiento y prestigio en el área del comercio electrónico. Para realizar el proceso de filtraje se realiza un cuestionario de autoevaluación para expertos. El objetivo es determinar el coeficiente de conocimiento o información (K_c), la ecuación 1 expresa el método para determinar el nivel de experticia.

$$K_c = n(0,1) \tag{1}$$

donde:

K_c: coeficiente de conocimiento o información

n: rango seleccionado por el experto

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Una vez identificados los expertos que intervienen en el proceso se procede a la identificación de los criterios evaluativos. Los criterios sustentan el método, representan parámetros de entrada que se utilizan en la etapa de procesamiento.

En la actividad se obtiene como resultado el conjunto de criterios evaluativos del método. Emplea un enfoque multicriterio expresado como muestra la ecuación 1.

$$C = \{c_1, c_2, , , c_m\} \tag{2}$$

Donde:

$$m > 1, \tag{3}$$

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios.

Para determinar los pesos atribuidos a los criterios evaluativos se utiliza el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Se les pide que determinen el nivel de importancia atribuido a los criterios evaluativos identificados en la actividad previa.

Los pesos de los criterios evaluativos son expresados mediante un dominio de valores difusos. Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto. Un conjunto difuso A es una aplicación de un conjunto referencial S en el intervalo [0, 1], Tal que:

$A: S \rightarrow [0,1]$,

y se define por medio de una función de pertenencia:

$$0 \leq \mu_A(x) \leq 1. \tag{4}$$

Para aumentar la interpretatividad en la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios se utilizan términos lingüísticos basados en 2-tuplas Neutrosóficas [9], [10], [25]. El uso de etiquetas lingüísticas en modelos de decisión supone, en la mayoría de los casos, la realización de operaciones con etiquetas lingüísticas. La tabla 1 muestra el conjunto de términos lingüísticos con sus respectivos valores.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

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]

Una vez obtenidos los vectores de pesos de los diferentes expertos que intervienen en el proceso se realiza un proceso de agregación de información a partir de una función promedio tal como muestra la ecuación 5.

$$VA = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ij}}{E} \tag{5}$$

donde:

VA: valor agregado,

E: cantidad de expertos que participan en el proceso,

C_{ij}: vector de pesos expresado por los expertos para los criterios C.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

La actividad para la determinación de las preferencias consiste en identificar el impacto que poseen los criterios evaluativos para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2. El proceso de evaluación es realizado mediante una escala numérica de modo que se exprese el nivel de pertenencia de los indicadores. La figura 1 muestra una gráfica con los conjuntos de etiquetas lingüísticas utilizados.

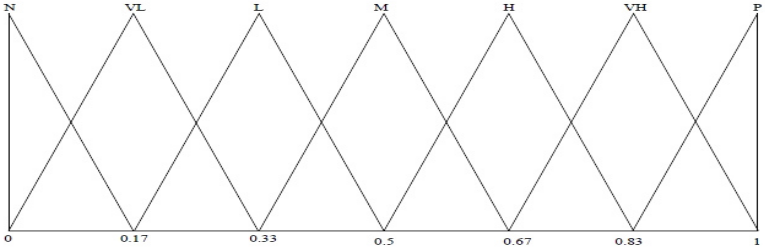


Figura 1. Conjunto de etiquetas lingüísticas.

Donde:

N: Nulo	VL: Muy Bajo	L: Bajo
M: Medio	H: Alto	VH: Muy Alto
P: Preferido		

Para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2, se describe el problema y la evaluación de cada alternativa a partir del cual se forma la matriz de evaluación [11], [12], [13]. La matriz está compuesta por las alternativas, los criterios y la valoración de cada criterio para cada alternativa.

A partir de obtener las preferencias de cada criterio evaluativo sobre el objeto de estudio, se realiza el proceso de inferencia de información. La inferencia es guiada mediante el uso de operadores de agregación de información. Se parte del conjunto de alternativas A:

$$A = \{A_1, A_2, \ldots, A_m\} \tag{6}$$

A las cuales se les obtienen las preferencias P:

$$P = C_1, , C_n \tag{7}$$

A los criterios evaluativos se les aplica un método multicriterio para procesar las alternativas a partir de los vectores de pesos *W* definidos por los expertos sobre los criterios evaluativos.

$$W = \{w_1, w_2, , w_n\} \tag{8}$$

El proceso de agregación se realiza con la utilización de operadores de agregación de información [14, 29], [15], [16], [17]. El objetivo fundamental consiste en obtener valoraciones colectivas a partir de valoraciones individuales mediante el uso de operadores de agregación. Para el procesamiento del método propuesto se utiliza el operador de agregación OWA (*Ordered Weighted Averaging)* [18],[19], [20, 24].

Los operadores OWA funcionan similar a los operadores media ponderada, aunque los valores que toman las variables se ordenan previamente de forma decreciente y, contrariamente a lo que ocurre en las medias ponderadas, los pesos no están asociados a ninguna variable en concreto [21], [22], [23].

Definición 1: Dado un vector de pesos $W = w_1, , w_n \in [0,1]^n$ tal que: $\sum_{i=1}^{n} w_i$, el operador (OWA) asociado a w es el operador de agregación $f_n^w : \rightarrow$ R definido por:

$$f_n^w(u) = \sum_{i=1}^{n} w_i \, v_i \tag{9}$$

donde v_i es el *i*-ésimo mayor elemento de $\{u_1, , u_n\}$

Para la presente investigación se define el proceso de agregación de la información empleado, tal como expresa la ecuación 10.

$$F(p_1, , p_2, , p_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j \tag{10}$$

Donde:

P: conjunto de preferencias obtenidas de la evaluación de los criterios evaluativos del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2.

w_j: son los vectores de pesos atribuidos a los criterios evaluativos.

bj: es el j-ésimo más grande de las preferencias p_n ordenados.

3 Implementación del método neutrosófico para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2

Para la implementación del método propuesto se ha realizado un estudio de caso donde se representa un instrumento enfocado hacia el caso específico que se modela. A continuación, se presentan las valoraciones alcanzadas por cada actividad:

Actividad 1: Selección de loes expertos.

Para la aplicación del método, se entregó un cuestionario con el objetivo de seleccionar el grupo de expertos a intervenir en el proceso. Se logró el compromiso desinteresado de 5 expertos. Se les aplicó el cuestionario de autoevaluación a los 5 expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 4 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia sobre el tema objeto de estudio de 10 puntos.
- 1 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 9 puntos.

El coeficiente de conocimiento K_c representa un parámetro importante en la aplicación del método propuesto. Para la investigación se obtienen los K_c por experto tal como refiere la tabla 2

Tabla :

Tabla 2. Coeficiente de conocimiento por expertos**.**

1	2	3	4	5
0,90	1	1	1	1

Se aplicaron 3 preguntas a los expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados para identificar los niveles de conocimientos sobre el tema:

- Sobre la pregunta 1. Análisis teóricos realizados por usted sobre para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 4 expertos y *Media* para 1 expertos.
- Sobre la pregunta 2. Estudio de trabajos publicados sobre la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 3 expertos, *Media* para 2 expertos.
- Sobre la pregunta 4. Conocimiento del estado actual de la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 4 expertos, *Media* para 1 expertos.

La figura 2 muestra una gráfica con el comportamiento de los coeficientes de conocimiento de los expertos. A partir del análisis de los resultados se determina utilizar 5 de los 5 expertos previstos inicialmente.

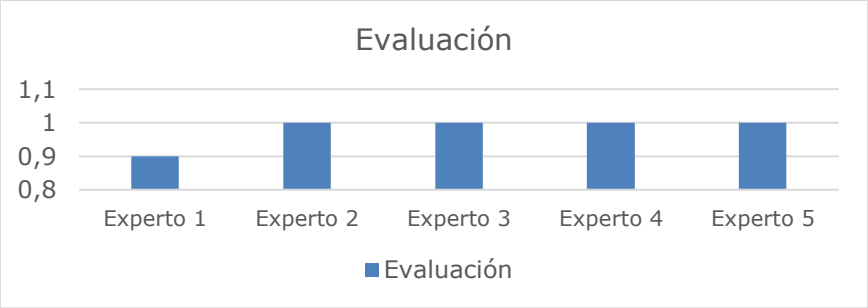


Figura 2. Representación del coeficiente de conocimiento de los expertos.

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Para la actividad se realizó una encuesta a los expertos que intervienen en el proceso. El objetivo consistió en identificar los criterios evaluativos del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2. Los indicadores constituyen el elemento fundamental sobre el cual se realiza el procesamiento en etapas siguientes.

La tabla 3 visualiza los criterios evaluativos obtenidos de la actividad.

Tabla 3: Criterios evaluativos obtenidos.

Número	Criterios evaluativos	Caracterización
C_1	Control de los niveles de glucosa en sangre	Evaluar la efectividad del control glucémico a través del monitoreo regular de los niveles de glucosa en sangre (ayunas y postprandial) y hemoglobina A1c (HbA1c). Este criterio mide si los niveles se mantienen dentro del rango recomendado para evitar complicaciones a largo plazo.
C_2	Cumplimiento del tratamiento farmacológico y no farmacológico	Analizar la adherencia a los medicamentos prescritos, así como la implementación de cambios en el estilo de vida (dieta equilibrada, actividad física regular, y control del estrés). Este criterio incluye el seguimiento de la consistencia en la toma de medicación y la adopción de hábitos saludables.

Número	Criterios evaluativos	Caracterización
C_3	Prevención y manejo de complicaciones:	Evaluar la aparición o manejo de complicaciones asociadas con la diabetes tipo 2, como retinopatía, neuropatía, enfermedad cardiovascular, y nefropatía diabética. Este criterio también considera la frecuencia de hospitalizaciones o intervenciones médicas por complicaciones agudas o crónicas.
C_4	Calidad de vida del paciente:	Medir el impacto de la diabetes en la calidad de vida del paciente, incluyendo su bienestar físico, emocional y social. Se puede evaluar a través de cuestionarios estandarizados que consideren la capacidad de realizar actividades cotidianas, el manejo del estrés y la satisfacción con el tratamiento.

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios

Para determinar los pesos sobre los criterios se utilizó un enfoque multi experto, en el que participaron los 5 seleccionados en la actividad 1. Con el empleo de 2-tuplas tal como propone la tabla 1 se realizó el trabajo por el grupo de expertos.

A partir de la agregación realizada mediante la ecuación 9 se unifica los pesos de los 5 expertos en un valor agregado. La tabla 4 muestra el resultado de los vectores de pesos resultantes de la actividad.

Tabla 4: Pesos de los criterios a partir del criterio de experto.

Número	Vectores de pesos W para los criterios C
C_1	[1,0,0]
C_2	[0.8,0,15,0.20]
C_3	[0.9, 0.1, 0.1]
C_4	[1,0,0]

Se llegó al consenso en la segunda iteración del proceso. A partir de lo cual se tomó como valor de parada.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

Para el estudio de caso propuesto con el objetivo de evaluar el comportamiento de diabetes mellitus tipo 2, se realizó una evaluación del cumplimiento de los criterios. Se tomó como información de partida los vectores de pesos atribuidos a cada criterio evaluativo. Se evaluó el cumplimiento de los indicadores con el empleo del conjunto de etiquetas lingüísticas. Se obtuvo como resultado un sistema con valores difusos que se agregan como valores de salidas. La tabla 5 muestra el resultado del procesamiento realizado.

Tabla 5: Resultado de las evaluaciones obtenidas por los expertos.

Número	W	Preferencia	$\sum_{j=1}^{n} w_j b_j$
C_1	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_2	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.85, 0.15, 0.15]
C_3	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_4	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.95, 0.1, 0.1]
Índice			[0.93, 0.1, 0.1]

La figura 3 muestra el comportamiento de las inferencias sobre los criterios evaluativos para el caso de estudio propuesto.

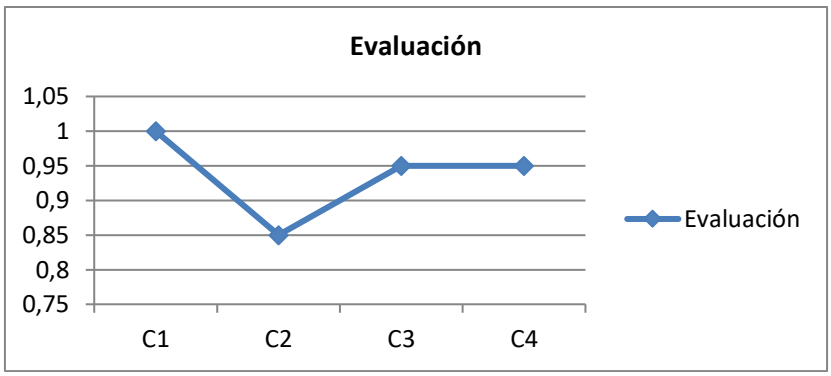


Figura 3. Comportamiento de las inferencias.

A partir de los datos presentados en la tabla 6, se identifica un índice de la propuesta de método multicriterio neutrosófico para la evaluación del comportamiento de diabetes mellitus tipo 2 en el caso de estudio con un I 0,93. Los resultados obtenidos son valorados como una alta evaluación para el comportamiento de diabetes mellitus tipo 2.

4 Análisis del caso clínico

La evolución diaria de la paciente objeto de estudio estará influenciada por diversos factores, como la adherencia terapéutica, las modificaciones en el estilo de vida, la respuesta farmacológica y la posible aparición de complicaciones o comorbilidades. Esperamos que, con la administración correcta de Metformina y Levotiroxina sódica, junto con cambios en la alimentación y actividad física, se logre un mejor control de los niveles glucémicos y de la función tiroidea en la paciente. Esto podría traducirse en una disminución de los síntomas asociados a la diabetes tipo 2 y el hipotiroidismo, como fatiga, polidipsia y problemas visuales.

Sin embargo, es fundamental realizar un seguimiento constante mediante controles periódicos de parámetros clínicos y bioquímicos pertinentes, como glucosa sanguínea y presión arterial. Cualquier cambio en la sintomatología o resultados de exámenes deberá ser evaluado por el equipo médico para ajustar el plan terapéutico de manera oportuna y prevenir posibles complicaciones crónicas.

En síntesis, la trayectoria diaria de este paciente estará condicionada por la eficacia del tratamiento instaurado y su capacidad para mantener un estilo de vida saludable, con el fin de controlar la diabetes tipo 2 y el hipotiroidismo, y así mejorar su bienestar general. Basado en el caso clínico de la paciente femenina de 52 años, se pueden destacar varios aspectos relevantes:

- Diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 2: Los síntomas característicos de astenia, polidipsia, poliuria, junto con antecedentes familiares de diabetes tipo 2, sugieren un diagnóstico de esta enfermedad. La prueba de hemoglobina glicosilada (HbA1c) elevada confirma dicho diagnóstico.
- Tratamiento farmacológico: Se ha iniciado tratamiento con Metformina en una paciente femenina con diabetes tipo 2 para mejorar la sensibilidad a la insulina y regular los niveles de glucosa en sangre. Este medicamento reduce la producción hepática de glucosa y promueve una mayor respuesta de las células del cuerpo a la insulina, facilitando la captación de glucosa para su uso como fuente de energía. Además de su papel esencial en el control glucémico, la Metformina puede ofrecer beneficios adicionales en la salud cardiovascular y otros aspectos metabólicos. Se recomienda su uso principalmente en pacientes con resistencia a la insulina, obesidad o dificultad para controlar la glucosa con cambios en el estilo de vida, pudiendo ser combinada con otros medicamentos en caso necesario.

La Metformina puede reducir los niveles de glucosa en sangre en un promedio de 1-2% en pacientes con diabetes tipo 2, especialmente en los niveles en ayunas y postprandiales. Además, puede contribuir al control o reducción del peso corporal en pacientes con sobrepeso u obesidad, gracias a su capacidad para mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir la producción hepática de glucosa.

La decisión de iniciar la terapia con insulina en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 debe basarse en una evaluación clínica completa de cada paciente, teniendo en cuenta varios factores como la respuesta al tratamiento actual, la presencia de otras enfermedades, la adherencia al tratamiento y la evolución de la enfermedad. Si a pesar de las medidas actuales no se logra un control glucémico adecuado y hay señales de progresión de la enfermedad o complicaciones asociadas, podría ser necesario considerar la incorporación de insulina en el régimen terapéutico

de la paciente femenina. Es importante que esta decisión sea individualizada y discutida en detalle con el paciente, considerando sus necesidades y preferencias.

Estado físico y signos vitales: El examen físico revela obesidad (IMC elevado) y presión arterial alta. Estos factores son cruciales en el manejo de la diabetes tipo 2, ya que el control del peso y la presión arterial son fundamentales. [25, 30]

Resultados de exámenes complementarios: Los análisis bioquímicos evaluaron los niveles de glucosa en sangre y otros parámetros relacionados con la enfermedad. Estos incluyen la Hemoglobina glucosilada (HbA1c), que ofrece una medida estandarizada del control glucémico en los últimos 2-3 meses, reflejando los niveles promedio de glucosa en sangre durante ese período. Una HbA1c igual o superior al 6.5% confirma el diagnóstico de diabetes. Además, se lleva a cabo la medición de la glucosa en ayunas, donde valores iguales o superiores a 126 mg/dL después de un ayuno nocturno de al menos ocho horas indican la presencia de diabetes. Otra prueba relevante es la prueba de tolerancia oral a la glucosa, que evalúa los niveles de glucosa en sangre dos horas después de administrar una carga de glucosa. Un resultado de glucosa igual o superior a 200 mg/dL indica diabetes. Estos resultados, interpretados junto con la evaluación clínica, son cruciales para el diagnóstico, seguimiento y manejo óptimo de la Diabetes Mellitus tipo 2. [31]

En la paciente femenina se resalta la importancia de considerar los antecedentes familiares, los síntomas presentes, los resultados de los exámenes y el tratamiento farmacológico en el manejo de la diabetes mellitus tipo 2. Un enfoque integral de la enfermedad, que incluya el control de factores de riesgo como la obesidad y la hipertensión, es esencial para mejorar la calidad de vida y prevenir complicaciones a largo plazo.

5 Conclusión

Con el desarrollo de un método neutrosófico multicriterios se evaluó el comportamiento de diabetes mellitus tipo 2. El tratamiento farmacológico con Metformina junto con el control de factores de riesgo como la obesidad y la hipertensión, evidencia la necesidad de un enfoque integral y personalizado en el manejo de la Diabetes Mellitus tipo 2.

La Diabetes Mellitus tipo 2 es una afección crónica y manejable que requiere una aproximación completa que incorpore cambios en el estilo de vida, tratamiento farmacológico adecuado y seguimiento continuo para lograr un control glucémico óptimo y prevenir complicaciones a largo plazo.

La educación continua, la promoción de cambios en la alimentación, la práctica regular de actividad física y la terapia farmacológica individualizada son fundamentales en el manejo de la Diabetes Mellitus tipo 2, subrayando la importancia de un enfoque multidisciplinario para mejorar la calidad de vida de los pacientes y mitigar el impacto de la enfermedad a nivel global.

Referencias

[1] W. G. M. Aguirre, "Diabetes Mellitus Tipo 2," *Guía Esencial de Medicina Interna en el Primer Nivel de Atención: Enfoque Integrado y Actualizado en Patologías Comunes y Cardiología*, pp. 44.

[2] V. Jain, A. M. K. Minhas, R. W. Ariss, S. Nazir, S. U. Khan, M. S. Khan, M. Al Rifai, E. Michos, A. Mehta, and A. Qamar, "Demographic and regional trends of cardiovascular diseases and diabetes mellitus-related mortality in the United States from 1999 to 2019," *The American Journal of Medicine,* vol. 136, no. 7, pp. 659-668. e7, 2023.

[3] P. Soriano Perera, and P. L. de Pablos Velasco, "Epidemiología de la diabetes mellitus," *Endocrinol. nutr.(Ed. impr.)*, pp. 2-7, 2007.

[4] A. Barcias, and M. I. E. Miembro, "Fisiopatología de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2)," *Revista Médica Endocrino Colombia,* vol. 10, no. sSuppl, 2015.

[5] M. C. Quispe, J. F. Boggio, C. D. A. Villar, R. L. de Lama, and M. I. R. Gabulli, "Características clínicas y bioquímicas de la diabetesmellitus tipo 2 (DMt2) en el Instituto Nacional de Saluddel Niño Clinical and biochemical characteristics of type 2 diabetes mellitus (DMt2) at Instituto Nacional de Salud del Niño." pp. 141-146.

[6] V. Rigalleau, M. Monlun, N. Foussard, L. Blanco, and K. Mohammedi, "Diagnóstico de diabetes," *EMC-Tratado de Medicina,* vol. 25, no. 2, pp. 1-7, 2021.

[7] A. Serikbaeva, Y. Li, B. Ganesh, R. Zelkha, and A. Kazlauskas, "Hyperglycemia promotes Mitophagy and thereby mitigates hyperglycemia-induced damage," *The American Journal of Pathology,* vol. 192, no. 12, pp. 1779-1794, 2022.

[8] Y. Sunwoo, J. Park, C.-Y. Choi, S. Shin, and Y. J. Choi, "Risk of dementia and Alzheimer's disease associated with antidiabetics: A Bayesian network meta-analysis," *American Journal of Preventive Medicine*, 2024.

[9] Z.-S. Chen, K.-S. Chin, and K.-L. Tsui, "Constructing the geometric Bonferroni mean from the generalized Bonferroni mean with several extensions to linguistic 2-tuples for decision-making," *Applied Soft Computing,* vol. 78, pp. 595-613, 2019.

[10] J. Giráldez‐Cru, M. Chica, O. Cordón, and F. Herrera, "Modeling agent‐based consumers decision‐making with 2‐tuple fuzzy linguistic perceptions," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 35, no. 2, pp. 283-299, 2020.

[11] S. Schmied, D. Großmann, S. G. Mathias, and S. Banerjee, "Vertical Integration via Dynamic Aggregation of Information in OPC UA." pp. 204-215.

[12] P. T. Schultz, R. A. Sartini, and M. W. Mckee, "Aggregation and use of information relating to a users context for personalized advertisements," Google Patents, 2019.

[13] N. Gospodinov, and E. Maasoumi, "Generalized Aggregation of Misspecified Models: With An Application to Asset Pricing," 2019.

[14] X. He, "Typhoon disaster assessment based on Dombi hesitant fuzzy information aggregation operators," *Natural Hazards,* vol. 90, no. 3, pp. 1153-1175, 2018.

[15] 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.

[16] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[17] P. Liu, H. Xu, and Y. Geng, "Normal wiggly hesitant fuzzy linguistic power Hamy mean aggregation operators and their application to multi-attribute decision-making," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 140, pp. 106224, 2020.

[18] R. R. Yager, and D. P. Filev, "Induced ordered weighted averaging operators," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics),* vol. 29, no. 2, pp. 141-150, 1999.

[19] T. R. Sampson, C. Challis, N. Jain, A. Moiseyenko, M. S. Ladinsky, G. G. Shastri, T. Thron, B. D. Needham, I. Horvath, and J. W. Debelius, "A gut bacterial amyloid promotes α-synuclein aggregation and motor impairment in mice," *Elife,* vol. 9, pp. e53111, 2020.

[20] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[21] L. Jin, R. Mesiar, and R. Yager, "Ordered weighted averaging aggregation on convex poset," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 27, no. 3, pp. 612-617, 2019.

[22] X. Sha, Z. Xu, and C. Yin, "Elliptical distribution‐based weight‐determining method for ordered weighted averaging operators," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 34, no. 5, pp. 858-877, 2019.

[23] H. Garg, N. Agarwal, and A. Tripathi, "Choquet integral-based information aggregation operators under the interval-valued intuitionistic fuzzy set and its applications to decision-making process," *International Journal for Uncertainty Quantification,* vol. 7, no. 3, 2017.

[24] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024

[25] Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., Ricardo, J. E., & García, J. F. G. "Aplicación de análisis de sentimientos y enfoques neutrosóficos para la comprensión de información textual en la investigación". Revista Conrado, vol. 19, num 94, pp 294-300, 2023.

[26] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[27] Rojas Salazar, R. E. "Los presupuestos procesales para la admisibilidad y procedibilidad del recurso de doble conforme en la condena penal que se da por primera vez en segunda instancia y el derecho a recurrir del procesado en la sentencia no. 1965-18-ep/21, 2021". (Master's thesis), 2022.

[28] Bejarano Sarabia, M. A. "El derecho a la identidad y la capacidad personal de elegir el orden de los apellidos en Ecuador" (Master's thesis), 2022.

[29] Loja Yaucan, G. A. "La justicia restaurativa el rol de victima en el proceso penal cantón Riobamba provincia de Chimborazo periodo 2021" (Master's thesis), 2022.

[30] Tualombo Taris, J. I. "Protección de la víctima contra la integridad sexual desde el derecho penal ecuatoriano y su relación con normas nacionales e internacionales en la ciudad de Quito" (Master's thesis), 2022.

[31] Pinto Cabezas, H. A. "La legítima defensa y su incidencia en la emoción básica de miedo intenso del titular del bien jurídico protegido en la legislación penal ecuatoriana año 2021" (Master's thesis), 2022.

Recibido: 1 de octubre de 2024. Aceptada: 1 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método Multicriterio Neutrosófico para la evaluación de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo

Neutrosophic Multicriteria Method for the evaluation of the Urban Fauna Control Ordinance in the Municipal Government of Salcedo Canton

Andrea Katherine Bucaram Caicedo[1], Santiago Fernando Fiallos Bonilla[2], Erika Michelle Toapanta Guachamboza[3] and Tannya Abigail Sopa Tigse[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.andreabucaram@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.santiagofiallos@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; da.erikamtg26@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; da.tannyaast22@uniandes.edu.ec

Resumen. En esta investigación se propone el desarrollo de un Método Multicriterio Neutrosófico para evaluar la Ordenanza de Control de Fauna Urbana del GAD Municipal de Salcedo, con el fin de abordar la problemática de la sobrepoblación de fauna urbana. Se busca analizar la efectividad de las medidas existentes y proponer soluciones integrales, como campañas de esterilización y educación para la ciudadanía, que consideren la protección de los derechos de los animales domésticos en el contexto de la ordenanza. La investigación se basa en un enfoque cuantitativo y análisis descriptivo, utilizando herramientas de recolección de datos como observaciones bibliográficas, documentales y entrevistas. Se revisan aspectos legales relevantes como la Constitución de la República del Ecuador, el Código Orgánico Integral Penal (COIP), la Ley Orgánica de Bienestar Animal (LOBA) y la normativa del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Salcedo, elementos fundamentales para garantizar el bienestar animal. Los resultados preliminares de la implementación del Método Neutrosófico indican un déficit de conocimiento en la población respecto a las regulaciones sobre bienestar animal y la importancia de un manejo responsable de las mascotas. La investigación no solo busca contribuir al desarrollo de políticas más efectivas, sino también fomentar la conciencia social acerca de la tenencia responsable de animales, resaltando la necesidad de equilibrar los derechos de los animales con los beneficios y sanciones establecidos en la ordenanza.

Palabras Claves: método multicriterio neutrosófico, ordenanza, obrepoblación de fauna urbana, mascota.

Abstract. This research proposes the development of a Neutrosophic Multicriteria Method to evaluate the Urban Fauna Control Ordinance of the Municipal GAD of Salcedo, in order to address the problem of urban fauna overpopulation. The aim is to analyze the effectiveness of existing measures and propose comprehensive solutions, such as sterilization campaigns and education for citizens, which consider the protection of the rights of domestic animals in the context of the ordinance. The research is based on a quantitative approach and descriptive analysis, using data collection tools such as bibliographic observations, documentaries and interviews. Relevant legal aspects are reviewed, such as the Constitution of the Republic of Ecuador, the Comprehensive Organic Criminal Code (COIP), the Organic Law on Animal Welfare (LOBA) and the regulations of the Decentralized Autonomous Municipal Government (GADM) of Salcedo, fundamental elements to guarantee animal welfare. Preliminary results of the implementation of the Neutrosophic Method indicate a lack of knowledge in the population regarding animal welfare regulations and the importance of responsible pet management. The research not only seeks to contribute to the development of more effective policies, but also to promote social awareness about responsible animal ownership, highlighting the need to balance animal rights with the benefits and sanctions established in the ordinance.

Keywords: Neutrosophic multicriteria method, ordinance, urban wildlife overpopulation, pet.

1 Introducción

Las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) del cantón Salcedo enfrentan desafíos persistentes en la gestión del control de mascotas, particularmente en lo que concierne a la regulación de la fauna urbana. Este marco regulatorio busca abordar la convivencia entre la población y los animales domésticos, lo que ha llevado a las autoridades a revisar y modificar las normativas existentes, especialmente con respecto a la tenencia de perros y gatos. La identificación de vacíos legales ha impulsado la necesidad de actualizar las sanciones, enfocándose en aquellas infracciones asociadas a la sobrepoblación y el maltrato animal. En este sentido, la investigación examinará las recientes enmiendas al Código Penal que establecen sanciones más rigurosas para quienes incurran en daños hacia los animales, incluyendo penas privativas de libertad [1].

Alternativamente, se está considerando la implementación de un sistema de identificación para los animales de compañía en virtud de esta nueva normativa. Este sistema incluye la utilización de microchips y otras formas de identificación, como collares codificados, dado que aproximadamente el 5% de los perros adoptados terminan nuevamente en situación de calle. Según la autoridad municipal, se desarrollarán alternativas para facilitar esta implementación [2, 23]. Sin embargo, el "Colectivo Animalista Salcedo" ha expresado su descontento por la falta de respuesta por parte del municipio a sus solicitudes de colaboración en la gestión de la fauna urbana. La investigación ha revelado que la municipalidad no ha realizado el mantenimiento adecuado en el albergue de animales, lo que ha llevado a la existencia de medicamentos caducados que se emplean durante las campañas de esterilización. Además, el departamento de Urbanimal, encargado del rescate de animales callejeros o maltratados, ha evidenciado un claro abandono por parte del GAD Municipal.

La promoción de la salud animal en la comunidad, a través de iniciativas informativas y educativas, es fundamental. Ligia Yumi, promotora de la Unidad de Bienestar Animal (UBA) de Quito, resalta que se han implementado estrategias como "Atrapar-Desinfectar-Regresar", acompañadas de campañas educativas para sensibilizar a la población sobre los derechos de los animales. El objetivo es tratar a los animales como seres vivos con derechos, fomentando una tenencia responsable que promueva su bienestar [3, 22].

La superpoblación de perros plantea serios riesgos para la salud pública, dado que estos animales pueden ser portadores de enfermedades zoonóticas, entre las que se incluyen la rabia, leptospirosis y brucelosis, afectando especialmente a niños que juegan en espacios públicos. El crecimiento descontrolado de la población canina, que ha aumentado un 85% en la última década, contrasta significativamente con el crecimiento del 23,5% de la población humana, lo que complica aún más el control sanitario en el cantón [4,20].

Ante esta situación, es vital buscar soluciones efectivas que incluyan campañas de esterilización en colaboración con veterinarias privadas, así como el establecimiento de un centro de adopción y rescate donde los animales abandonados puedan recibir atención veterinaria y encontrar nuevos hogares. Además, es primordial fortalecer y hacer cumplir las leyes existentes relativas al abandono y maltrato animal, asegurando que se establezcan sanciones adecuadas para quienes infrinjan estas regulaciones.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un Método Multicriterio Neutrosófico para evaluar la Ordenanza de Control de Fauna Urbana del GAD Municipal de Salcedo, con el fin de abordar la problemática de la sobrepoblación de fauna urbana.

2 Materiales y métodos

La presente sección describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo. Se presentan las características generales de la solución propuesta. Se describen las principales etapas y actividades que conforman el método.

El método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana, está diseñado bajo las siguientes cualidades:

- Integración: el método garantiza la interconexión de los diferentes componentes en combinación para la evaluación del impacto de la Ordenanza.
- Flexibilidad: utiliza 2-tuplas para representar la incertidumbre de modo que aumente la interoperabilidad de las personas que interactúan con el método.
- Interdependencia: el método utiliza como punto de partida los datos de entrada proporcionados por los expertos del proceso. Los resultados analizados contribuyen a una base de experiencia que conforma el núcleo del procesamiento para la inferencia.

El método se sustenta en los siguientes principios:

- Identificación mediante el equipo de expertos de los indicadores para la evaluación del impacto de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana.
- El empleo de métodos multicriterios en la evaluación.

El método para la evaluación del impacto de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana, está estructurado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de evaluación a partir de un método de inferencia multicriterio. Posee tres etapas fundamentales: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método.

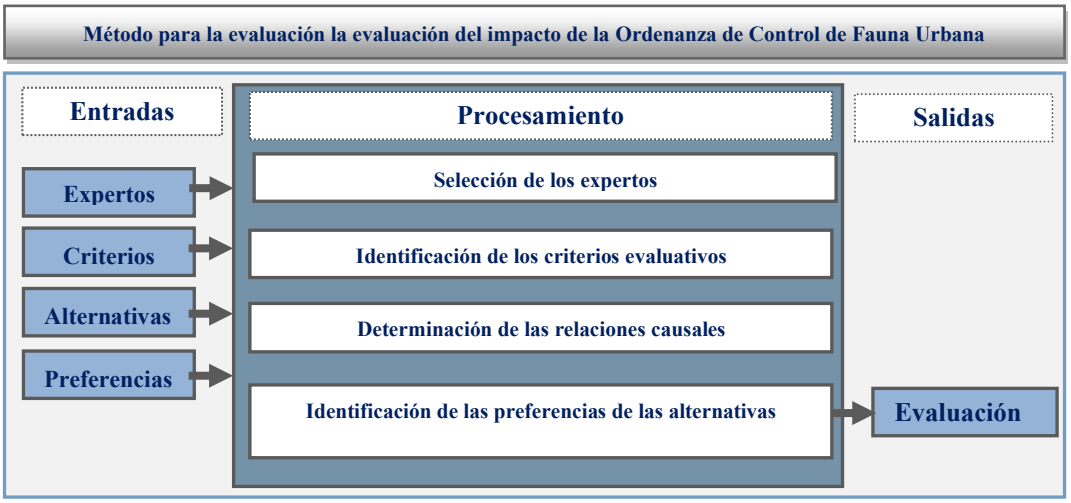


Figura 1. Esquema general del funcionamiento del método.

2.1 Descripción de las etapas del modelo

El método propuesto está diseñado para garantizar la gestión del flujo de trabajo en el proceso de evaluación del impacto de la ordenanza de control de fauna urbana el GAD municipal del cantón Salcedo para el control de la población de la fauna urbana en este cantón. Utiliza un enfoque multicriterio multiexperto donde se identifican los criterios evaluativos para determinar el funcionamiento del procesamiento del método.
La etapa de procesamiento está estructurada por cuatro actividades que rigen el proceso de inferencia del procesamiento. A continuación se detalla su funcionamiento:

Actividad 1: Selección de loes expertos.

El proceso consiste en determinar el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Para su selección se emplea la metodología propuesta por Fernández [5]. Para comenzar el proceso se envía un modelo a los posibles expertos con una explicación breve sobre los objetivos del trabajo y el área del conocimiento en el que se enmarca la investigación. Se realizan las siguientes actividades:

Se establece contacto con los expertos conocedores y se les pide que participen en el panel. La actividad obtiene como resultado la captación del grupo de expertos que participará en la aplicación del método. Se debe filtrar los expertos con bajo nivel de experticia participando en el proceso los de mayor conocimiento y prestigio en el área del conocimiento que se enmarca el objeto de estudio de la investigación. Para realizar el proceso de filtraje se realiza un cuestionario de autoevaluación para expertos. El objetivo es determinar el coeficiente de conocimiento o información (K_c), la ecuación 1 expresa el método para determinar el nivel de experticia.

$$K_c = n(0,1) \tag{1}$$

Donde:

K_c: coeficiente de conocimiento o información
n: rango seleccionado por el experto

Actividad 2: Identificación de los criterios de evaluación

Una vez identificados los expertos que intervienen en el proceso se realiza la identificación de los criterios evaluativos. Los criterios nutren el método, representan parámetros de entrada que se utilizan en la etapa de procesamiento. A partir del trabajo en grupo de los expertos se realizan las siguientes actividades:

1. Se envía un cuestionario a los miembros del panel y se les pide su opinión para la selección de los criterios evaluativos que sustenten la investigación. A partir de un cuestionario previamente elaborado, se obtiene como resultado el conjunto de criterios de los expertos.

2. Se analizan las respuestas y se identifican las áreas en que están de acuerdo y en las que difieren. La actividad permite realizar un análisis del comportamiento de las respuestas emitidas por los expertos y se identifican los elementos comunes.
3. Se envía el análisis resumido de todas las respuestas a los miembros del panel, se les pide que llenen de nuevo el cuestionario y que den sus razones respecto a las opiniones en que difieren. La actividad permite obtener una nueva valoración del grupo de expertos sobre el conocimiento recogido y resumido.
4. Se repite el proceso hasta que se estabilizan las respuestas. La actividad representa la condición de parada del método, a partir de que se estabilicen las respuestas se concluye su aplicación considerándose este el resultado general.

Las actividades obtienen como resultado el conjunto de criterios evaluativos del método. Emplea un enfoque multicriterio expresado como muestra la ecuación 1.

$$C = \{c_1, c_2, , , c_m\} \tag{2}$$

Donde:

$$m > 1, \tag{3}$$

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios.

Para determinar los pesos atribuidos a los criterios evaluativos se utiliza el grupo de expertos que han colaborado durante toda la investigación. Se les pide que determinen el nivel de importancia atribuido a los criterios evaluativos identificados en la actividad previa.

Los pesos de los criterios evaluativos son expresados mediante un dominio de valores difusos. Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto. Un conjunto difuso A es una aplicación de un conjunto referencial S en el intervalo [0, 1], tal que $A: S \rightarrow [0,1]$, y se define por medio de una función de pertenencia, tal como muestra la ecuación 4:

$$0 \leq \mu_A(x) \leq 1. \tag{4}$$

Para aumentar la interpretabilidad en la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios se utilizan términos lingüísticos basados en 2-tuplas Neutrosófica [6], [7], [8], [9, 20]. El uso de etiquetas lingüísticas en modelos de decisión supone, en la mayoría de los casos, la realización de operaciones con etiquetas lingüísticas. La tabla 1 muestra el conjunto de términos lingüísticos con sus respectivos valores.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

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

Una vez obtenidos los vectores de pesos de los diferentes expertos que intervienen en el proceso, se realiza un proceso de agregación de información a partir de una función promedio tal como muestra la ecuación 5.

$$VA = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ij}}{E} \tag{5}$$

Donde:

VA: valor agregado,

E: cantidad de expertos que participan en el proceso,

C_{ij}: vector de pesos expresado por los expertos para los criterios *C*.

Actividad 4: Determinación de las preferencias de las alternativas.

La actividad para la determinación de las preferencias consiste en identificar el impacto que poseen los criterios evaluativos sobre la evaluación de la efectividad de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo. El proceso de evaluación es realizado mediante una escala numérica de modo que se exprese el nivel de pertenencia de los indicadores. La figura 2 muestra una gráfica con los conjuntos de etiquetas lingüísticas utilizados.

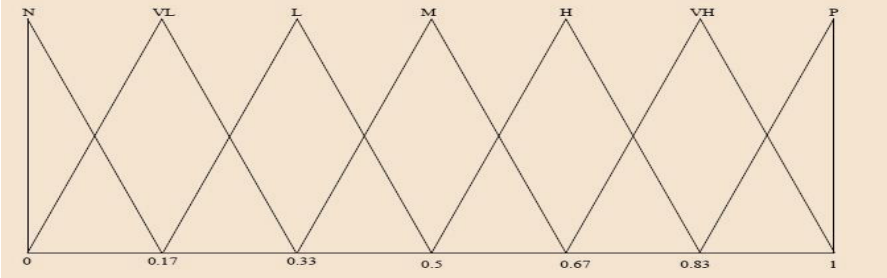


Figura 2. Conjunto de etiquetas lingüísticas.

Donde:

N: Nulo
VL: Muy Bajo
L: Bajo
M: Medio
H: Alto
VH: Muy Alto
P: Preferido

Para la evaluación del impacto de la Ordenanza objeto de estudio, se describe el problema y la evaluación de cada alternativa a partir del cual se forma la matriz de evaluación [10], [11], [12, 20]. La matriz está compuesta por las alternativas, los criterios y la valoración de cada criterio para cada alternativa.

A partir de obtener las preferencias de cada criterio evaluativo sobre el objeto de estudio, se realiza el proceso de inferencia de información. La inferencia es guiada mediante el uso de operadores de agregación de información.

Se parte del conjunto de alternativas A:

$$A = \{A_1, A_2, ..., A_m\} \tag{6}$$

A las cuales se les obtienen las preferencias P:

$$P = C_1, , C_n \tag{7}$$

A los criterios evaluativos se les aplica un método multicriterio para procesar las alternativas a partir de los vectores de pesos *W* definidos por los expertos sobre los criterios evaluativos.

$$W = \{w_1, w_2, , w_n\} \tag{8}$$

El proceso de agregación se realiza con la utilización de operadores de agregación de información [13, 25]. El objetivo fundamental consiste en obtener valoraciones colectivas a partir de valoraciones individuales mediante el uso de operadores de agregación. Para el procesamiento del método propuesto se utiliza el operador de agregación OWA (*Ordered Weighted Averaging)* [14, 21].

Los operadores OWA funcionan similar a los operadores media ponderada, aunque los valores que toman las variables se ordenan previamente de forma decreciente y, contrariamente a lo que ocurre en las medias ponderadas, los pesos no están asociados a ninguna variable en concreto [15, 24].

Definición 1: Dado un vector de pesos $W = w_1, , w_n \in [0,1]^n$ tal que: $\sum_{i=1}^{n} w_i$, el operador (OWA) asociado a w es el operador de agregación $f_n^w : \rightarrow$ R definido por:

$$f_n^w(u) = \sum_{i=1}^{n} w_i \, v_i \tag{9}$$

Donde:

v_i es el i-ésimo mayor elemento de $\{u_1, , u_n\}$

Para la presente investigación se define el proceso de agregación de la información empleado, tal como expresa la ecuación 10.

$$F(p_1, , p_2, , p_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j \tag{10}$$

Donde:

P: conjunto de preferencias obtenidas de la evaluación de los criterios para la evaluación del impacto de la Ordenanza.

w_j: son los vectores de pesos atribuidos a los criterios evaluativos.

bj: es el j-ésimo más grande de las preferencias p_n ordenados.

3 Resultados y discusión

Para llevar a cabo la implementación del método propuesto, se ha desarrollado un estudio de caso que se centra en un instrumento diseñado específicamente para abordar la situación particular que se está modelando. Este análisis se centra en la evaluación del impacto de la ordenanza de control de fauna urbana del GAD municipal del cantón Salcedo, la cual tiene como objetivo gestionar la población de fauna urbana en la región. A continuación, se detallan las valoraciones obtenidas a partir de cada una de las actividades realizadas en el marco de este estudio:

Actividad 1: Selección de los expertos.

Para la aplicación del método, se aplicó un cuestionario con el objetivo de seleccionar el grupo de expertos a intervenir en el proceso. Se logró el compromiso desinteresado de 9 expertos. Se les aplicó el cuestionario de autoevaluación a los 9 expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 4 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia sobre el tema objeto de estudio de 10 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 9 puntos.
- 1 expertos se autoevalúa con un nivel de competencia de 8 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 6 puntos.

El coeficiente de conocimiento K_c representa un parámetro importante en la aplicación del método propuesto. Para la investigación se obtienen los K_c por experto tal como refiere la tabla 2

Tabla:

Tabla 2: Coeficiente de conocimiento por expertos**.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,90	0,90	1	0,80	0,60	0,80	1	1

Se aplicaron 4 preguntas a los expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados para identificar los niveles de conocimientos sobre el tema:

- Sobre la pregunta 1. Nivel de comprensión y familiaridad con las normativas y leyes relacionadas con la gestión de fauna urbana, incluyendo la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo, y el conocimiento de los procedimientos legales, derechos y obligaciones que derivan de dicha ordenanza: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 5 expertos y *Media* para 2 expertos.
- Sobre la pregunta 2. Experiencia previa en proyectos o iniciativas relacionadas con el control y manejo de la fauna urbana. Habilidades prácticas en la aplicación de estrategias de control, rescate y bienestar animal, así como en la implementación de programas de educación y sensibilización comunitaria: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 5 expertos, *Media* para 2 expertos y *Baja* para 2 expertos.

- Sobre la pregunta 3. Capacidad para recopilar, interpretar y presentar datos relevantes que permitan medir la efectividad de la ordenanza y proponer mejoras basadas en evidencia: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 5 expertos, *Media* para 3 expertos y *Baja* para 1 experto.
- Sobre la pregunta 4. Habilidad para trabajar en equipo, facilitar talleres, y fomentar la participación de autoridades municipales, organizaciones no gubernamentales, y la comunidad en el control de la población de fauna urbana: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 4 expertos, *Media* para 4 expertos y *Baja* para 1 experto.

La figura 3 muestra una gráfica con el comportamiento de los coeficientes de conocimiento de los expertos. A partir del análisis de los resultados se determina utilizar 7 de los 9 expertos previstos inicialmente.

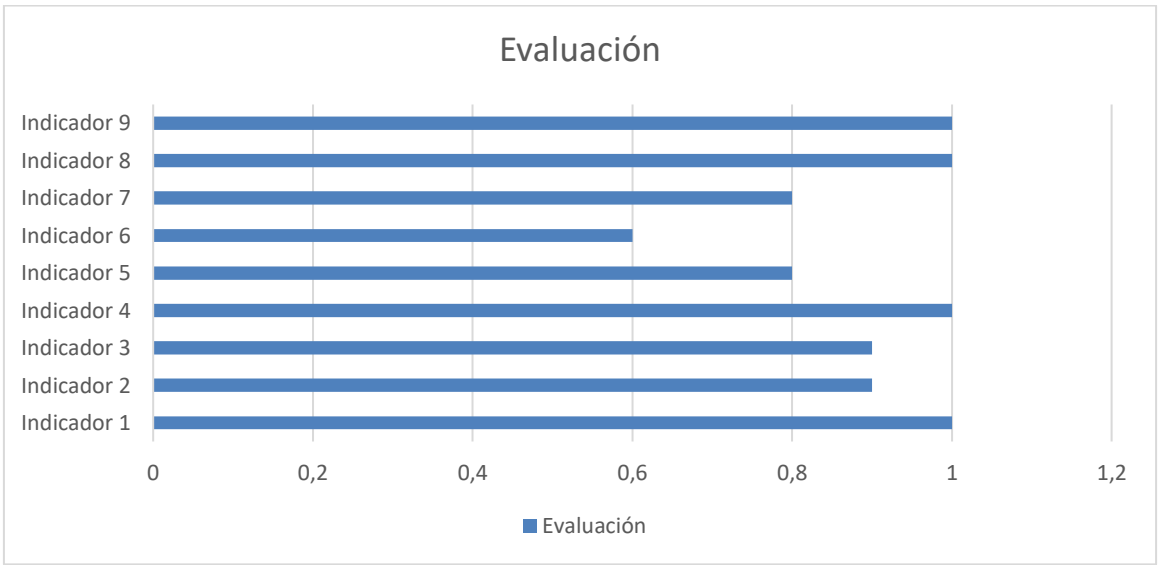


Figura 3. Representación del coeficiente de conocimiento de los expertos.

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Para la actividad se realizó una encuesta a los expertos que intervienen en el proceso. El objetivo consistió en identificar los criterios evaluativos para la evaluación del impacto de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo. Los criterios constituyen el elemento fundamental sobre el cual se realiza el procesamiento en etapas siguientes. La tabla 3 visualiza los criterios evaluativos obtenidos de la actividad.

Tabla 3: Criterios evaluativos obtenidos a partir del trabajo de expertos.

Número	Criterios evaluativos	Descripción
C_1	Efectividad en la reducción de la población de fauna urbana	Este criterio evalúa en qué medida la ordenanza ha logrado disminuir la cantidad de fauna urbana, especialmente la raza canina, en espacios públicos, analizando datos de población antes y después de su implementación.
C_2	Mejora en la salud pública	Se examina el impacto de la ordenanza en la reducción de enfermedades zoonóticas y otros problemas de salud que podrían surgir de la superpoblación de animales. Esto incluye la vigilancia de casos de enfermedades transmitidas por animales a humanos
C_3	Satisfacción de la comunidad	Este criterio mide la percepción de la comunidad sobre la efectividad de la ordenanza y su implementación y la satisfacción de los habitantes respecto a las acciones tomadas y los resultados obtenidos.
C_4	Participación ciudadana y conciencia social	Se analiza el grado de involucramiento de la comunidad en programas de control y bienestar animal. La participación en actividades educativas, campañas de adopción y esterilización se consideran como indicadores de conciencia social y responsabilidad ciudadana.

Número	Criterios evaluativos	Descripción
C_5	Cumplimiento normativo	Nivel de cumplimiento de la ordenanza por parte de la población y las autoridades. Incluye el seguimiento de sanciones impuestas y la efectividad de las medidas de control establecidas.
C_6	Sostenibilidad de las Iniciativas	Se examina la viabilidad a largo plazo de las acciones implementadas bajo la ordenanza. Esto incluye la evaluación de recursos, financiación y el establecimiento de alianzas con organizaciones locales y veterinarias para garantizar la continuidad de los programas de control y bienestar animal.

Actividad 3 Determinación de los pesos de los creiterios

Para determinar los pesos sobre los criterios se utilizó un enfoque multiexperto, en el que participaron los 7 seleccionados en la actividad 1. Con el empleo de 2-tuplas tal como propone la tabla 1 se realizó el trabajo por el grupo de expertos. A partir de la agregación realizada mediante la ecuación 9, se unifican los pesos de los 7 expertos en un valor agregado. La tabla 4 muestra el resultado de los vectores de pesos resultantes de la actividad.

Tabla 4: Pesos de los criterios a partir del criterio de experto.

Número	Vectores de pesos W para los criterios C
C_1	[0.89, 0.1, 0.1]
C_2	[0.8,0,15,0.20]
C_3	[0.72,0.25,0.30]
C_4	[0.9, 0.1, 0.1]
C_5	[0.75,0.25,0.30]
C_6	[0.8,0,15,0.20]

Se llegó al consenso en la tercera iteración del proceso. A partir de lo cual se tomó como valor de parada.

Actividad 4: Determinación de las preferencias de las alternativas.

Para el estudio de caso propuesto con el objetivo de evaluar el impacto de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo, se realizó una evaluación del cumplimiento de los criterios. Se tomó como información de partida los vectores de pesos atribuidos a cada criterio evaluativo. Se evaluó el cumplimiento de los indicadores con el empleo del conjunto de etiquetas lingüísticas. Se obtuvo como resultado un sistema con valores difusos que se agregan como valores de salidas. La tabla 5 muestra el resultado del procesamiento realizado.

Tabla 5: Resultado de las evaluaciones obtenidas por los expertos.

Número	W	Preferencia	$\sum_{j=1}^{n} w_j b_j$
C_1	[0.89, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.94, 0.1, 0.1]
C_2	[0.8,0,15,0.20]	[0.70,0.25,0.30]	[0.75, 0.25, 0.30]
C_3	[0.72,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.71, 0.25, 0.30]
C_4	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.40,0.65,0.60]	[0.65, 0.1, 0.1]
C_5	[0.75,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.71, 0.25, 0.30]
C_6	[0.8,0,15,0.20]	[0.40,0.65,0.60]	[0.6, 0.1, 0.1]

Número	W	Preferencia	$\sum_{j=1}^{n} w_j b_j$
Índice			[0.53, 15,0.20]

La figura 4 muestra el comportamiento de las inferencias sobre los criterios evaluativos para el caso de estudio propuesto.

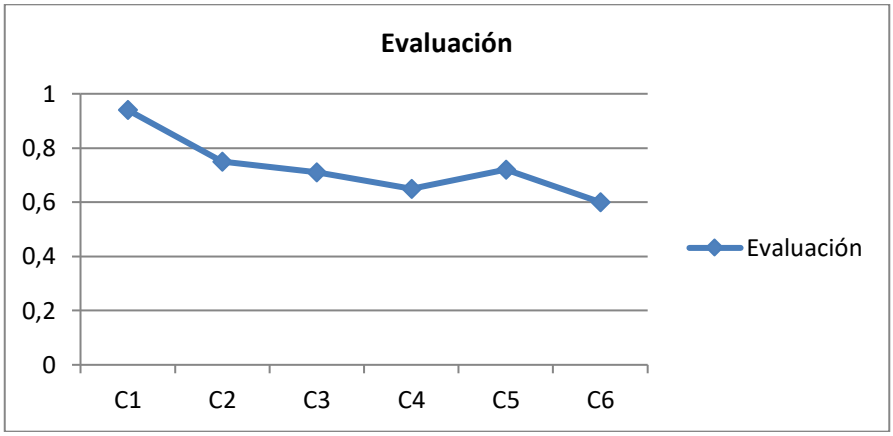


Figura 4. Comportamiento de las inferencias.

A partir de los datos presentados en la tabla 5, se identifica que el método multicriterio neutrosófico para la evaluación del impacto de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo, arrojó un índice de II 0,53. Los resultados obtenidos son valorados como un Bajo índice de impacto.

4 Discusión

La gestión de la sobrepoblación de perros y gatos en el cantón Salcedo presenta un desafío significativo que requiere la implementación de medidas específicas adaptadas a la jurisdicción local y a las disposiciones legales vigentes. En este contexto, es fundamental considerar que las estrategias adoptadas para abordar esta problemática pueden variar en función de las normativas aplicables. Sin embargo, a nivel global, son comunes ciertas regulaciones diseñadas para controlar el número de animales sin hogar, las cuales pueden incluir programas de esterilización y catastro.

En el cantón Salcedo, se ha destinado un financiamiento de aproximadamente $2,127 millones por parte del GAD Municipal para un proyecto integral enfocado en la reutilización de animales sin hogar. Este enfoque parte de la premisa de que los programas de esterilización y captura son herramientas efectivas para restringir la proliferación de perros y gatos en las calles. Además de ello, se han establecido sanciones para las infracciones relacionadas con el maltrato animal, donde las multas por infracciones leves oscilan entre el 5% y el 10% de la Remuneración Básica Unificada (RBU), mientras que las infracciones graves pueden llegar a ser sancionadas con multas de hasta el 20% de la RBU. Las responsabilidades por maltrato animal conllevan la denuncia correspondiente al departamento de gestión ambiental municipal, que luego se encarga de enviar a los animales afectados a organizaciones de protección animal, iniciando así el proceso de adopción.

A nivel nacional, existen precedentes en forma de leyes y reglamentos que ofrecen directrices sobre cómo abordar la sobrepoblación de animales. Las leyes de control de reproducción son un ejemplo, ya que establecen restricciones sobre la cría de ciertas especies y estipulan estándares para los criadores, con el objetivo de prevenir el abandono y la superpoblación. Por otro lado, las regulaciones de control de animales callejeros abordan específicamente el manejo de estos animales, incluyendo programas de captura, esterilización y liberación, conocidos en inglés como TNR (Trap-Neuter-Return) [4, 26].

La sobrepoblación de animales en situación de calle en el cantón Salcedo es un problema que demanda atención urgente y un enfoque integral para desarrollar soluciones efectivas. Este fenómeno se observa comúnmente en diversas comunidades, tanto urbanas como rurales, y sus causas son múltiples y complejas. Un aspecto crítico mencionado por los residentes es la responsabilidad individual de los ciudadanos en el control de la población de

animales callejeros, subrayando la importancia de la esterilización y el cuidado adecuado de las mascotas para detener la reproducción incontrolada [16, 21].

Es esencial llevar a cabo censos periódicos en colaboración con organizaciones locales de protección animal y voluntarios, ya que estos censos proporcionan datos actualizados sobre la cantidad y distribución de animales en las calles. Estos datos son fundamentales para implementar un programa de esterilización y castración que se ejecuta junto con veterinarios capacitados, permitiendo una intervención dirigida y efectiva.

Además, se ha establecido un programa de adopción en colaboración con refugios y organizaciones protectoras de animales. Este vínculo asegura que los animales rescatados puedan acceder a refugios donde reciben cuidados esenciales, alimentación y atención médica, mientras esperan ser adoptados. Las campañas de sensibilización y educación sobre la importancia de la adopción responsable son vitales, ya que promueven la idea de brindar un hogar a aquellos animales que lo necesitan, resaltando los beneficios de adoptar en lugar de comprar mascotas [17, 20].

Una de las principales causas de la sobrepoblación de animales sin hogar es la falta de cuidado y atención en la esterilización de las mascotas. Los animales no esterilizados tienen el potencial de reproducirse sin control, lo que contribuye al aumento de animales abandonados. Esta falta de control no solo incrementa la población de animales callejeros, sino que también puede dar lugar a problemas de salud, comportamiento y conflictos con humanos y otros animales. Asimismo, el abandono de mascotas por parte de propietarios irresponsables es un factor determinante que exacerba este problema. Muchas personas adquieren mascotas sin comprender completamente las responsabilidades que conlleva su cuidado, lo que resulta en el abandono de estas cuando surgen dificultades [18, 27].

La problemática de la sobrepoblación de animales en las calles no solo afecta a los propios animales, sino también a la comunidad en general; los animales callejeros pueden ser portadores de enfermedades, causar daños a la propiedad y representar un riesgo para la seguridad pública. Además, la presencia de estos animales puede impactar negativamente la imagen y el atractivo turístico de la región.

Para abordar la sobrepoblación de animales de manera efectiva, es fundamental implementar medidas integrales que incluyan programas de esterilización y castración a bajo costo, campañas de concienciación sobre la tenencia responsable de mascotas y el establecimiento de refugios y programas de adopción para ayudar a los animales abandonados a encontrar hogares adecuados. La participación comunitaria es crucial, educando a la población sobre la importancia del adecuado cuidado de las mascotas y la necesidad de reportar casos de abandono y maltrato [19].

La baja valoración del impacto de la Ordenanza, arrojado por el Método Multicriterio Neutrosófico implementado, sugiere que, si bien la ordenanza es un paso en la dirección correcta, no ha sido suficiente para abordar de manera efectiva la problemática de la sobrepoblación de fauna urbana. Es fundamental que las autoridades locales y la comunidad trabajen de manera conjunta para re-evaluar y ajustar las estrategias actuales, garantizando la participación activa de los ciudadanos y organizaciones de bienestar animal en el desarrollo y ejecución de las iniciativas.

Además, se debe priorizar la educación y sensibilización sobre el cuidado responsable de mascotas, y se requieren medidas adicionales que promuevan la esterilización y rescate de animales en situación de calle. Solo a través de un enfoque colaborativo y de la implementación de acciones concretas será posible mejorar el bienestar de los animales y la calidad de vida en el cantón Salcedo.

5 Conclusión

Los resultados del análisis mediante el método multicriterio neutrosófico sobre el impacto de la Ordenanza de Control de Fauna Urbana en el GAD municipal del cantón Salcedo, que arrojan un índice de 0.53, indican un bajo impacto de la normativa en la situación de los animales callejeros en la región. Este resultado destaca la necesidad de reforzar y optimizar las políticas y programas implementados, en especial aquellos enfocados en la esterilización y adopción de animales, así como campañas de concienciación sobre la tenencia responsable de mascotas.

El problema de los derechos animales ha captado un notable interés mundial desde su inicio hasta el presente, ya que aún queda un largo camino por recorrer para que los animales sean considerados como sujetos con derechos, en lugar de simples objetos. Aunque existen leyes para proteger a los animales, se ha identificado un vacío en muchos países en la implementación de estas normas, especialmente en relación con lo establecido en la Constitución, ya que el artículo 57 se refiere únicamente a la fauna urbana. En este contexto, la ordenanza emitida en el cantón Salcedo para el control de la sobrepoblación de fauna urbana ha demostrado su falta de cumplimiento, debido en gran parte a la escasa discusión y difusión de la norma hacia la ciudadanía.

Modificar el Reglamento para abordar este vacío jurídico no implica necesariamente la implementación de sanciones adecuadas contra quienes abandonan, maltratan o mantienen a los animales en condiciones inapropia-

das. La situación actual de los animales es alarmante, ya que muchos de ellos sufren en las calles, enfrentando frío y hambre, sin un hogar que les proporcione la seguridad y el amor de una familia.

Asimismo, se considera que el Estado está colaborando con organizaciones como la UNESCO, las Naciones Unidas, PAE, el gobierno local del GAD y otros países e instituciones internacionales para proteger los derechos de la vida silvestre urbana. Sin embargo, también es fundamental fomentar la participación de la población en la aprobación de fondos, provisiones de alimentos y otras formas de ayuda económica que permitan continuar con el rescate de los animales en necesidad.

Los autores de la investigación establecen como es esencial reconocer que los animales desempeñan un papel significativo en la sociedad humana. Por ello, deben seguirse las normas correspondientes a su cuidado y protección, asegurando que tengan las condiciones necesarias para una vida digna. Contribuir a su bienestar y a un entorno saludable será el mejor legado que se puede dejar a la humanidad.

Referencias

[1] B. Apfelbeck, R. P. Snep, T. E. Hauck, J. Ferguson, M. Holy, C. Jakoby, J. S. MacIvor, L. Schär, M. Taylor, and W. W. Weisser, "Designing wildlife-inclusive cities that support human-animal co-existence," *Landscape and Urban Planning,* vol. 200, pp. 103817, 2020.

[2] S. D. Córdova Yagual, and A. D. Murillo Torres, "Diseño de una campaña publicitaria de sensibilización respecto al trato ético hacia animales de compañía en la ciudad de Guayaquil," ESPOL. FADCOM., 2021.

[3] P. Muñoz, "Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito."

[4] R. B. Rivera, J. C. S. Parra, and J. J. C. Palacios, "Incumplimiento en el reglamento de protección de cuidado a los animales urbanos en la parroquia de Barreiro, cantón Babahoyo, Ecuador," *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina,* vol. 11, no. Especial 2, pp. 263-270, 2023.

[5] S. H. d. M. Fernández. "Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphy," http://www.ub.edu/histodidactica/index.php?option=com_content&view=article&id=21:criterio-de-expertos-su-procesamiento-a-traves-del-metodo-delphy&catid=11:.

[6] Z.-S. Chen, K.-S. Chin, and K.-L. Tsui, "Constructing the geometric Bonferroni mean from the generalized Bonferroni mean with several extensions to linguistic 2-tuples for decision-making," *Applied Soft Computing,* vol. 78, pp. 595-613, 2019.

[7] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[8] J. Giráldez‐Cru, M. Chica, O. Cordón, and F. Herrera, "Modeling agent‐based consumers decision‐making with 2‐tuple fuzzy linguistic perceptions," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 35, no. 2, pp. 283-299, 2020.

[9] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[10] S. Schmied, D. Großmann, S. G. Mathias, and S. Banerjee, "Vertical Integration via Dynamic Aggregation of Information in OPC UA." pp. 204-215.

[11] P. T. Schultz, R. A. Sartini, and M. W. Mckee, "Aggregation and use of information relating to a users context for personalized advertisements," Google Patents, 2019.

[12] N. Gospodinov, and E. Maasoumi, "Generalized Aggregation of Misspecified Models: With An Application to Asset Pricing," 2019.

[13] P. Liu, H. Xu, and Y. Geng, "Normal wiggly hesitant fuzzy linguistic power Hamy mean aggregation operators and their application to multi-attribute decision-making," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 140, pp. 106224, 2020.

[14] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[15] X. Sha, Z. Xu, and C. Yin, "Elliptical distribution‐based weight‐determining method for ordered weighted averaging operators," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 34, no. 5, pp. 858-877, 2019.

[16] M. E. M. Maliza, and J. T. C. Asqui, "Los animales reconocidos como sujetos de derechos en Ecuador," *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina,* vol. 10, pp. 81-92, 2022.

[17] R. A. Delgado Merchán, "Positivización del derecho de los animales en Ecuador," Quito: Universidad de las Américas, 2010, 2010.

[18] M. A. Parreño Jara, "Control y cuidado de los animales y protección de los derechos de la naturaleza del cantón Pujilí," 2013.

[19] S. A. V. Manrique, "Bienestar animal de las mascotas en Ecuador y en la ciudad de Riobamba: revisión bibliográfica," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar,* vol. 7, no. 2, pp. 11274-11287, 2023.

[20] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024

[21] Hernández, N. B., Yelandi, L. V. M., Ricardo, J. E., & Manzano, R. L. M. "Análisis prospectivo del estado actual de la carrera de derecho en la sede Babahoyo de la universidad UNIANDES". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 505-513, 2023

[22] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[23] Rojas Salazar, R. E. "Los presupuestos procesales para la admisibilidad y procedibilidad del recurso de doble conforme en la condena penal que se da por primera vez en segunda instancia y el derecho a recurrir del procesado en la sentencia no. 1965-18-ep/21, 2021". (Master's thesis), 2022.

[24] Bejarano Sarabia, M. A. "El derecho a la identidad y la capacidad personal de elegir el orden de los apellidos en Ecuador" (Master's thesis), 2022.

[25] Loja Yaucan, G. A. "La justicia restaurativa el rol de victima en el proceso penal cantón Riobamba provincia de Chimborazo periodo 2021" (Master's thesis), 2022.

[26] Tualombo Taris, J. I. "Protección de la víctima contra la integridad sexual desde el derecho penal ecuatoriano y su relación con normas nacionales e internacionales en la ciudad de Quito" (Master's thesis), 2022.

[27] Pinto Cabezas, H. A. "La legítima defensa y su incidencia en la emoción básica de miedo intenso del titular del bien jurídico protegido en la legislación penal ecuatoriana año 2021" (Master's thesis), 2022.

Recibido: 2 de octubre de 2024. Aceptada: 1 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave

Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of severe head injury management

Piedad Elizabeth Acurio Padilla[1], Dayana Aracely León Pallasco[2], and Jessica Anabel Paca Curay[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.piedadacurio@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.dayanaalp98@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.jessicaapc82@uniandes.edu.ec

Resumen. El traumatismo craneoencefálico es una condición neuroquirúrgica en la que se produce una alteración en el cerebro por un golpe o lesión en la cabeza, esta condición se caracteriza por la presencia de alteración en estado de consciencia y/o amnesia por el trauma, cambios neurológicos o neurofisiológicos, fractura de cráneo o lesiones intracraneales atribuibles al trauma. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada mediante el desarrollo de un método mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave. Finalmente, como describen varios autores, no existe un tratamiento único y eficaz determinado para pacientes con traumatismo craneoencefálico puesto el mismo dependerá del protocolo de práctica clínica que se efectiva y el enfoque multimodal e individualizado de estos pacientes.

Palabras Claves: Traumatismo craneoencefálico grave, tratamiento, escala de coma de Glasgow, conciencia, Mapa Cognitivo Neutrosófico.

Abstract. Head trauma is a neurosurgical condition in which an alteration in the brain occurs due to a blow or injury to the head. This condition is characterized by the presence of an alteration in the state of consciousness and/or amnesia due to the trauma, neurological or neurophysiological changes, skull fracture or intracranial lesions attributable to the trauma. The present investigation describes a solution to the problem posed by developing a method using a Neurosophic Cognitive Map for the analysis of the management of severe head trauma. Finally, as described by several authors, there is no single, effective treatment determined for patients with head trauma, since it will depend on the effective clinical practice protocol and the multimodal and individualized approach of these patients.

Keywords: Severe head trauma, treatment, Glasgow Coma Scale, consciousness, Neutrosophic Cognitive Map.

1 Introducción

El traumatismo craneoencefálico grave (TCE) es un problema de origen sanitario, una causa significativa de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. Su incidencia varía considerablemente entre regiones debido a factores como diferencias en la seguridad vial, la prevalencia de la violencia y la calidad de los sistemas de atención médica. A nivel mundial, se estima que cada año ocurren entre 69 y 74 millones de casos de TCE, de los cuales una proporción significativa son graves [1].

En países de ingresos bajos y medianos, la tasa de TCE es generalmente más alta debido a factores como la falta de infraestructura de seguridad vial y sistemas de atención médica menos desarrollados como en América Latina por ejemplo la tasa de incidencia del TCE en Sao Paulo, Brasil resultó ser 360 por 100.000, mucho más alta que la tasa de incidencia global de 200 por 100.000 para los países desarrollados. Mientras que la incidencia del TCE en Ecuador es de aproximadamente 200 casos por cada 100,000 habitantes [2, 50].

El TCE es una condición neuroquirúrgica en la que se produce una alteración en el cerebro por un golpe o lesión en la cabeza, esta condición se caracteriza por la presencia de al menos alguno de estos elementos: alteración

en estado de consciencia y/o amnesia por el trauma, cambios neurológicos o neurofisiológicos, o fractura de cráneo o lesiones intracraneales atribuibles al trauma. Estas lesiones son el resultado de la aplicación de fuerza externa, que puede ser mecánica, química, térmica, eléctrica, radiante o una combinación de estas formas de energía. El daño resultante afecta la estructura del cerebro, incluyendo el tejido cerebral y los vasos sanguíneos que lo alimentan. Además, el TCE también se define como la causa de muerte cuando el trauma incluye lesiones en la cabeza y/o daño cerebral traumático que contribuyen al fallecimiento [3].

Clínicamente se clasifica en leve, moderado y severo mediante la Escala de Coma de Glasgow. En cuanto a la etiología de la lesión, las caídas son la principal causa de traumatismo, seguido de los golpes y accidentes automovilísticos. En Estados Unidos es la causa más frecuente de discapacidad, reduce el rendimiento laboral de los afectados y necesidades de atención sanitaria. Es importante conocer los factores pronósticos de esta lesión para predecir el futuro de los pacientes [4, 51].

Diversos factores afectan la evolución y resultado de un TCE, dentro de ellos la edad, que, según algunos expertos, puede ser el factor más determinante por sí solo en el pronóstico del paciente. Varios estudios indican que tanto edades muy tempranas como avanzadas tienen un impacto negativo en la recuperación. Además, se identifican otros factores como el tipo de lesión y las complicaciones neurológicas o sistémicas relacionadas, como edema cerebral, problemas respiratorios y cardiovasculares, respectivamente.

Cabe destacar que el nivel de conciencia es un excelente indicador de la gravedad de la lesión. La somnolencia, el estupor y el coma son expresiones que indican niveles decrecientes del nivel de conciencia, e indican lesiones de distinta magnitud en uno o ambos hemisferios cerebrales, o en el sistema activador reticular ascendente; es fundamental realizar un examen sistemático y detallado de los nervios craneanos porque a través de ellos se evalúan estructuras intracraneanas cuyas alteraciones muchas veces no pueden ser determinadas por medio de las maniobras posturales [5].

El TCE requiere de un tratamiento de urgencia agresivo, para impedir o reducir al mínimo la lesión irreversible del sistema nervioso, para lo que hay que adoptar un enfoque decidido y organizado que asegure la atención óptima del paciente desde su manejo inicial y durante las siguientes bases de diagnóstico y tratamiento definitivos. Esto ha propiciado que cambien radicalmente las concepciones acerca de antiguos patrones terapéuticos establecidos durante muchos años; ejemplo de esto es el cambio en la reposición hídrica, los cuales antes se mantenían hacia la restricción y hoy se preconiza la euvolemia estricta, la sustitución de la hiperventilación de rutina por la ventilación optimizada, cambios en la política del uso de agentes osmóticos, la terapia barbitúrica y la craneotomía descompresiva primaria o secundaria en casos de hipertensión intracraneal refractaria a medidas terapéuticas convencionales [6, 52].

Se hace necesario que los profesionales de la salud dispongan de las competencias necesarias para su diagnóstico y tratamiento por las complicaciones que su descontrol genera [7, 48]. El objetivo principal de esta investigación es implemntar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis del manejo del traumatismo craneoencefálico correcto de lesión cerebral, para prevenir una lesión cerebral secundaria, terciaria o cuaternaria.

2 Materiales para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave

Los problemas presentes para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave, pueden ser modelado como un problema de toma de decisiones multicriterio a partir del:

Conjunto de pacientes que representan las alternativas a analizar en el proceso del diagnóstico en el que:

El número de pacientes $P= \{P_1, \dots P_n\},\ n \geq 1,$

Que poseen un conjunto de criterios criterios valorativos donde:

$C= \{C_1, \dots C_m\},\ m \geq 2.$

La investigación ha sido desarrollada utilizando un enfoque cualitativo a partir del uso del método científico [8]. Se enmarca en el objeto de estudio del análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave. Utiliza técnicas de inteligencia artificial para la inferencia sobre el análisis de incidencias y basa su funcionamiento a partir del método científico del criterio de expertos para obtener la base de conocimiento necesaria en el desarrollo de la investigación. Para el desarrollo de la presente investigación se modeló las relaciones causales asociadas a los criterios para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave.

Modelos causales: existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas en forma de grafos, donde cada modelo causal que se puede representar por un grafo son representaciones de la causalidad entre conceptos. Los modelos causales permiten modelar la causa o efecto de un determinado evento [9], [10, 49] . La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.

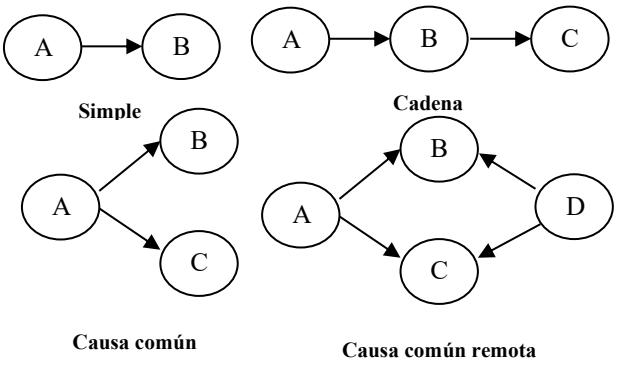


Figura 1: Ejemplo de grafos causales.

Los Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN): es una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos propuesta por Kosko [11] como una extensión de los modelos mentales empleando valores difusos en un intervalo de [-1,1] [12], [13]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [14, 15].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [16, 48, 53]:

• $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos $C_j\, y\, C_i$. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i.

• $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos $C_j\ y\ C_i$. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i.

• $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos $C_j\ y\ C_i$.

2.2 Descripción de las etapas

El sistema propuesto está estructurado para soportar el proceso de para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela los criterios para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave a partir del conjunto de criterios o manifestaciones Odontológicas. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el negocio propuesto (entradas, procesamiento y salidas).

Las entradas del sistema: representan el conjunto de pacientes a analizar, los criterios, enfermedades asociadas, losa criterios, las relaciones causales que poseen los síntoma con las enfermedades y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.

El procesamiento del sistema: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave.

Las salidas del sistema: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave.

El método para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave, está conformado por cinco actividades (identificación de las incidencias, determinación de las relaciones causales, identificación de los pesos atribuidos a las incidencias, identificación de los síntomas y generación del diagnóstico) que son descritas a continuación.

Actividad 1 identificación de los criterios: La identificación de los criterios representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de incidencias que representan la base de inferencia [17, 54], [18]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de manifestaciones posibles.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de las incidencias [19], [20]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas que se manifiestan. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

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]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [21], [22], [23] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \cdot\cdot & \overline{\cdot\cdot} & \cdot\cdot \\ \underline{\cdot\cdot} & \overline{W_{ij}} & \underline{\cdot\cdot} \\ \underline{\cdot\cdot} & \underline{\cdot\cdot} & \underline{\cdot\cdot} \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j. C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte caulsalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las incidencias: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [24], [25]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifestación [26-28].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{1}$$

Actividad 4 identificaciones de las incidencias: la identificación de las incidencias es la actividad que consiste en determinar cuáles síntomas están presentes en los pacientes analizados. Para ello se entrevista al paciente y se determina el grado de preferencia que poseen los síntomas a partir de la autovaloración que emiten los pacientes [29-31]. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los síntomas.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del criterio (AS)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del criterio (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del criterio (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del criterio (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del criterio (AP)

Actividad 5 generación del diagnóstico: el proceso del diagnóstico se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [32],[33] , [34] los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1;\, j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (2)$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación [35, 55].

3 Resultados y discusión

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del método para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave. A partir del análisis de casos es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 identificación de los criterios:

El proceso de selección de las incidencias representa las manifestaciones puede estar presente en varias enfermedades [36]. Para determinar las manifestaciones utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de los criterios.

Nodo	Criterios	Descripción
C_1	Evaluación inicial y clasificación del paciente (Escala de Glasgow)	La valoración del estado neurológico mediante la Escala de Coma de Glasgow (GCS) es fundamental para clasificar la gravedad del TCE. Este criterio evalúa la respuesta ocular, verbal y motora del paciente, determinando la severidad del daño y la urgencia del tratamiento.
C_2	Imagenología y diagnóstico por imágenes	El uso de estudios de imagen, como la tomografía computarizada (TC) de cráneo, es esencial para detectar lesiones intracraneales, hemorragias, fracturas craneales, y otras complicaciones que requieren intervención quirúrgica inmediata. Este criterio evalúa la rapidez y precisión en la obtención y análisis de imágenes.
C_3	Monitoreo de la Presión Intracraneal (PIC)	El control de la presión intracraneal es vital en pacientes con TCE grave para evitar complicaciones secundarias como la herniación cerebral. Este criterio analiza la implementación de técnicas de monitoreo invasivas o no invasivas y el manejo adecuado de la PIC.
C_4	Intervenciones quirúrgicas y tratamientos farmacológicos	El tratamiento del TCE grave puede requerir intervención quirúrgica inmediata (como la descompresión o evacuación de hematomas) y el uso de fármacos (como manitol o soluciones hipertónicas) para controlar el edema cerebral. Este criterio evalúa la eficacia y oportunidad de las intervenciones realizadas.
C_5	Cuidados críticos y rehabilitación	El manejo post-agudo, incluyendo la atención en cuidados intensivos y la rehabilitación temprana, es crucial para la recuperación del paciente. Este criterio analiza la calidad de los cuidados intensivos, el soporte ventilatorio, y la implementación de programas de rehabilitación neurológica y física para mejorar los resultados a largo plazo.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre las incidencias se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante.

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_2	[1,0,0]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_3	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_4	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]
C_5	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificaciones de los pesos atribuidos a las incidencias:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), Se obtiene el comportamiento del peso atribuido a las manifestaciones. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a las incidencias.

ID	Criterios	Peso
C_1	Evaluación inicial y clasificación del paciente (Escala de Glasgow)	[0.80,0.25,0.30]
C_2	Imagenología y diagnóstico por imágenes	[0.85,0.25,0.30]
C_3	Monitoreo de la Presión Intracraneal (PIC)	[0.9, 0.1, 0.1]
C_4	Intervenciones quirúrgicas y tratamientos farmacológicos	[0.85,0.25,0.30]
C_5	Cuidados críticos y rehabilitación	[0.9, 0.1, 0.1]

Actividad 4 identificaciones de las incidencias:

A partir de la entrevista al paciente se determinó el grado de preferencia que poseen las incidencias mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el paciente objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: preferencia atribuida a las incidencias del paciente.

Pacientes	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]

Actividad 5 generación del diagnóstico:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de los pacientes mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los síntomas y prevé la evolución de ellos en los pacientes. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación donde se muestran las manifestaciones y su evolución.

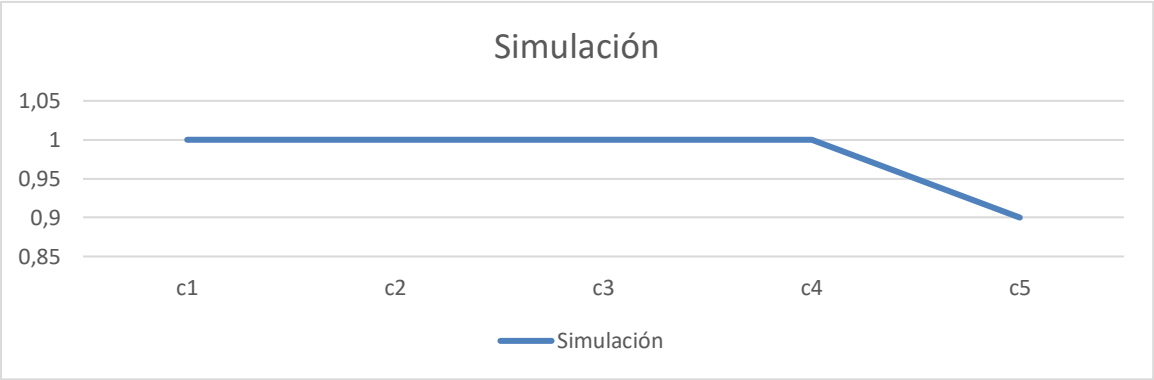


Figura 2: Resultado de la simulación de las manifestaciones.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las manifestaciones se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una enfermedad. La Tabla 7 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 7: Peso atribuido a las incidencias.

Pacientes A_1	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.80,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[0.85,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.92, 0.1, 0.1]
C_3	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_4	[0.85,0.25,0.30]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.87,0.25,0.30]
C_5	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
Índice			[0.91, 0.1, 0.1]

A partir del índice determinado se realiza una comparación del valor obtenido donde se evidencia una evaluación de I= 0.91, para el caso analizado representa una alta evaluación para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave.

4 Discusión

El impacto del traumatismo craneoencefálico en el paciente, resulta ser grande especialmente por las secuelas discapacitantes, debido el daño es multifocal cortical, en nervios craneales, alteraciones visuales, negligencia espacial, trastornos del equilibrio con trastornos del movimiento. Allison Capizzi, manifiesta la importancia del conocimiento de la enfermedad en la unidad de emergencias que ayudaría en el pronóstico de la recuperación funcional de los pacientes con su correcta estabilización médica lo más rápido posible. De la misma manera, Christopher P Robinson, señala la importancia de comprender los principios anatómicos y fisiológicos de la lesión cerebral, lo que requiere cuidados especializados y la experiencia de especialidades en ello. Estos puntos cruciales marcaran el inicio para mejorar la probabilidad de una pronta recuperación en el futuro de los pacientes con dicha lesión [37], [38, 48].

Una investigación realizada por Wiles, especifica una pronta atención y control del paciente para reducir de manera significativamente las consecuencia físicas, psicosociales y económicas del mismo. Por ende, induce en la utilización de la escala de Glasgow como primera instancia, ya que la misma tiene un beneficio de un 82% frente a la aplicación de la misma en el traumatismo craneoencefálico grave. Déborah Stein, basa su investigación del manejo correcto de lesión cerebral con la evaluación rápida del estado neurológico del paciente para prevenir una lesión cerebral secundaria, terciaria y cuaternaria. Visualiza, una clasificación eficaz dentro de los primeros 10 minutos de evaluación en la que se estadifica el cuadro del paciente y de la misma manera su intervención [39], [40].

En los pacientes con TCE la toma de decisiones sobre su estadio es ineficiente, ya que entre el 90 y 95% de los pacientes examinados no muestran lesiones intracraneales. Con respecto a ello, Andrew IR Maas, señala el uso de biomarcadores para visualizar algún daño cerebral de los pacientes, aunque estos son solo para el uso de investigación. Debido a ello plantea buscar daños o algo llamativo en los diagnósticos por imágenes. Buse Sarigul e investigadores afirmaron que la valoración inmediata reduciría la probabilidad del 69% de resultados desfavorables tras efectuar un correcto diagnóstico y la aplicación del tratamiento indicado por el mismo [41], [42].

Kristin Haag, especificó que, en la atención de las lesiones cerebrales, un 36% comprende a traumas craneoencefálicos en adultos y un 23% en menores. Como resultado de los porcentajes, señala una correcta clasificación de la clasificación en urgencias d ellos menores, puesto que las lesiones en los pacientes pediátricos resultan ser más graves que en los adultos ya que la mayoría presentan un 68% de las lesiones debido al maltrato o violencia doméstica. Rajan Arora, evidencia en su publicación de que al no realizarse una correcta indagación en los menores un 85% regresaban a urgencias por conmoción cerebral y de estos necesitaban una o más intervenciones en la visita de retorno. De ahí, la urgencia de una correcta valoración puesto que el 61% necesitan cirugía [43, 49].

Con respecto al diagnóstico, cabe recalcar el uso óptimo del estudio mediante imágenes. Tokiola Fumiaki, respalda en su investigación que los pacientes con sospecha o confirmación de una caída resulta útil la valoración mediante estudios de imágenes radiográficos. Esto simplifica el trabajo médico, ya que ayuda a encontrar las fracturas y lesiones en un 85% en los pacientes que las presenten. María Argyropoulou y colaboradores, se basa en el manejo con tomografía computarizada como recurso favorable. La desventaja de este medio es el uso de radiación ionizante, con un riesgo asociado de por vida de padecer cáncer. A su vez, es muy utilizado en la toma de decisiones clínicas para traumatismo craneoencefálico menor, pediátrico. La resonancia magnética, se encuentra en última instancia y hace un límite frente al costo y al tiempo en que tarda la misma en reflejar los resultados y retrasa el tratamiento de los pacientes [44], [45, 48].

Dentro del tratamiento, este definirá el estado actual del paciente, ya que tras una buena examinación la resolución tendría que estar encaminada. Robyn D´Agostino aclara que la tasa de mortalidad de los traumatismos craneoencefálicos graves posee una estimación de 90%. En una puntuación >6 en la escala de coma de Glasgow

tienen una probabilidad razonable de obtener un resultado significativo. Además, el presenta un 74% de supervivencia en los pacientes que se sometieron a una intervención quirúrgica como craneotomía o craneotomía descompresiva. Escamilla-Ocañas, afirma que el beneficio de las intervenciones recata al paciente del estado grave, pero le produce una discapacidad grave por ello el mismo deberá tener el consentimiento informado y estar consciente de la intervención a la que va a ser sometido y el riego que ello conlleva [46], [47].

5 Conclusión

La implementación del sistema propuesto, posibilitó la obtención del Mapa Cognitivos Neutrosófico agregado con la representación de las relaciones causales sobre las incidencias para el análisis de manejo del traumatismo craneoencefálico grave. A partir de la aplicación del método propuesto en el caso de estudio fue posible demostrar la aplicabilidad del método permitiendo. Como describen varios autores, no existe un tratamiento único y eficaz determinado para pacientes con traumatismo craneoencefálico puesto que el mismo dependerá del protocolo de práctica clínica que se efectivice en cada paciente y del tratamiento multimodal e individualizado.

En los pacientes con TCE la toma de decisiones sobre su estadio es ineficiente, ya que entre el 90 y 95% de los pacientes examinados no muestran lesiones intracraneales. El uso de biomarcadores para visualizar algún daño cerebral de los pacientes, en la mayoría de centros es solo para el uso de investigación. El impacto del traumatismo craneoencefálico en el paciente resulta ser grande por las secuelas discapacitantes.

En países de ingresos bajos y medianos, la tasa de TCE es generalmente más alta debido a factores como la falta de infraestructura de seguridad vial y sistemas de atención médica menos desarrollados como en América Latina.

Referencias

[1] W. Peeters, R. van den Brande, S. Polinder, A. Brazinova, E. W. Steyerberg, H. F. Lingsma, and A. I. Maas, "Epidemiology of traumatic brain injury in Europe," *Acta neurochirurgica,* vol. 157, pp. 1683-1696, 2015.

[2] M. P. H. Martínez, A. G. A. Hernández, J. J. R. Cantillo, and A. P. Hernandez, "Epidemiología del trauma craneoencefálico," *Revista Cubana de medicina intensiva y emergencias,* vol. 17, no. S2, pp. 3-6, 2018.

[3] A. R. P. García, A. P. Hernández, A. R. P. García, and W. R. Borges, "Factores pronósticos de muerte en pacientes con traumatismo craneoencefálico," *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias,* vol. 14, no. 3, pp. 61-69, 2015.

[4] J. D. Charry, J. F. Cáceres, A. C. Salazar, L. P. López, and J. P. Solano, "Trauma craneoencefálico. Revisión de la literatura," *Revista Chilena de Neurocirugía,* vol. 43, no. 2, pp. 177-182, 2017.

[5] M. I. Caetano da Silva, R. R. Gomes da Silva, S. H. Santos Nogueira, S. M. Lopes, R. Moreira de Alencar, and W. Rodrigues Pinheiro, "Diagnósticos de enfermería para pacientes con traumatismo craneoencefálico: revisión integradora," *Enfermería Global,* vol. 20, no. 64, pp. 584-628, 2021.

[6] E. J. C. Pino, M. F. C. Velez, A. M. M. Marquez, and G. M. C. Inca, "Manejo del paciente neurológico en estado crítico por traumatismo craneoencefálico," *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento,* vol. 6, no. 2, pp. 231-241, 2022.

[7] K. P. García, M. N. M. Morales, M. C. Borrell, J. A. P. Romero, and Y. A. Esquivel, "Factores de riesgo asociados a la mortalidad en pacientes con trauma craneoencefálico agudo," *Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación,* vol. 19, no. 3, pp. 1-14, 2020.

[8] R. Sampieri, C. F. Collado., and P. B. lucio, "Metodología de la investigación," *México* vol. ISBN: 970-10-5753-8, 2006.

[9] C. Goodier, S. Austin, and R. Soetanto, "Causal mapping and scenario building with multiple organizations," *Futures,* vol. 42, no. 3, pp. 219-229, 2010.

[10] C. Strauch, U.-L. S. Sites, and W. Kriha, "NoSQL databases," *Lecture Notes, Stuttgart Media University,* vol. 20, 2011.

[11] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies,* vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.

[12] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems,* vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.

[13] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[14] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.

[15] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters,* vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.

[16] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.

[17] W. L. S. Álava, A. R. Rodríguez, R. G. Rodríguez, and O. M. Cornelio, "La neuroeducación en la formación docente," *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual" ALCON",* vol. 4, no. 1, pp. 24-36, 2024.

[18] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
[19] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.
[20] L. Concepción, G. Nápoles, R. Falcon, K. Vanhoof, and R. Bello, "Unveiling the dynamic behavior of fuzzy cognitive maps," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 29, no. 5, pp. 1252-1261, 2020.
[21] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.
[22] 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.
[23] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.
[24] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.
[25] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.
[26] 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.
[27] 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.
[28] 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.
[29] 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.
[30] 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.
[31] 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.
[32] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.
[33] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
[34] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 18, no. 2, 2018.
[35] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.
[36] C. Danienson, "Competencias docentes: desarrollo, apoyo y evaluación," *Serie Documental de Preal*, no. No.51, 2011.
[37] A. Capizzi, J. Woo, and M. Verduzco-Gutierrez, "Traumatic brain injury: an overview of epidemiology, pathophysiology, and medical management," *Medical Clinics,* vol. 104, no. 2, pp. 213-238, 2020.
[38] C. P. Robinson, "Moderate and severe traumatic brain injury," *Continuum: lifelong learning in neurology,* vol. 27, no. 5, pp. 1278-1300, 2021.
[39] M. Wiles, "Management of traumatic brain injury: a narrative review of current evidence," *Anaesthesia,* vol. 77, pp. 102-112, 2022.
[40] D. Stein, and M. Broderick, "Management of Head Trauma," *Surgical Clinics,* vol. 104, no. 2, pp. 325-341, 2024.
[41] A. I. Maas, D. K. Menon, G. T. Manley, M. Abrams, C. Åkerlund, N. Andelic, M. Aries, T. Bashford, M. J. Bell, and Y. G. Bodien, "Traumatic brain injury: progress and challenges in prevention, clinical care, and research," *The Lancet Neurology,* vol. 21, no. 11, pp. 1004-1060, 2022.
[42] B. Sarigul, R. S. Bell, R. Chesnut, S. Aguilera, A. Buki, G. Citerio, D. J. Cooper, R. Diaz-Arrastia, M. Diringer, and A. Figaji, "Prognostication and goals of care decisions in severe traumatic brain injury: a survey of the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference Working Group," *Journal of neurotrauma,* vol. 40, no. 15-16, pp. 1707-1717, 2023.
[43] K. Haag, D. Duke, and J. Piatt, "Overtriage of transfers to the pediatric trauma center: the importance of minor head injury," *Journal of Neurosurgery: Pediatrics,* vol. 1, no. aop, pp. 1-8, 2024.
[44] F. Tokioka, H. Okamoto, A. Shiotsu, and T. Hashimoto, "Frequency and clinical features of radiographic head injury caused by inpatient falls: a single-centre retrospective cohort study," *BMJ open,* vol. 13, no. 4, pp. e066426, 2023.
[45] M. I. Argyropoulou, G. A. Alexiou, V. G. Xydis, C. Adamsbaum, J.-F. Chateil, A. Rossi, N. Girard, É. Vázquez, and L. G. Astrakas, "Pediatric minor head injury imaging practices: results from an ESPR survey," *Neuroradiology,* vol. 62, pp. 251-255, 2020.
[46] R. D'Agostino, A. Kursinskis, P. Parikh, P. Letarte, L. Harmon, and G. Semon, "Management of penetrating traumatic brain injury: operative versus non-operative intervention," *Journal of Surgical Research,* vol. 257, pp. 101-106, 2021.

[47] C. Escamilla-Ocañas, and N. Albores-Ibarra, "Current status and outlook for the management of intracranial hypertension after traumatic brain injury: decompressive craniectomy, therapeutic hypothermia, and barbiturates," *Neurología (English Edition),* vol. 38, no. 5, pp. 357-363, 2023.

[48] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024

[49] Hernández, N. B., Yelandi, L. V. M., Ricardo, J. E., & Manzano, R. L. M. "Análisis prospectivo del estado actual de la carrera de derecho en la sede Babahoyo de la universidad UNIANDES". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 505-513, 2023

[50] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[51] Rojas Salazar, R. E. "Los presupuestos procesales para la admisibilidad y procedibilidad del recurso de doble conforme en la condena penal que se da por primera vez en segunda instancia y el derecho a recurrir del procesado en la sentencia no. 1965-18-ep/21, 2021". (Master's thesis), 2022.

[52] Bejarano Sarabia, M. A. "El derecho a la identidad y la capacidad personal de elegir el orden de los apellidos en Ecuador" (Master's thesis), 2022.

[53] Loja Yaucan, G. A. "La justicia restaurativa el rol de victima en el proceso penal cantón Riobamba provincia de Chimborazo periodo 2021" (Master's thesis), 2022.

[54] Tualombo Taris, J. I. "Protección de la víctima contra la integridad sexual desde el derecho penal ecuatoriano y su relación con normas nacionales e internacionales en la ciudad de Quito" (Master's thesis), 2022.

[55] Pinto Cabezas, H. A. "La legítima defensa y su incidencia en la emoción básica de miedo intenso del titular del bien jurídico protegido en la legislación penal ecuatoriana año 2021" (Master's thesis), 2022.

Recibido: 3 de octubre de 2024. Aceptada: 2 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Mapa Cognitivo Neutrosófico para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana

Neutrosophic Cognitive Map for the evaluation of evidentiary means to deal with crimes and contraventions in urban fauna

Daniel Adriano Gavilanes Lascano[1], Luis Roberto Sailema Sailema[2], Andrea Katherine Bucaram Caicedo[3], and Santiago Fernando Fiallos Bonilla[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; da.danielagl26@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; da.luisrss51@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.andreabucaram@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.santiagofiallos@uniandes.edu.ec

Resumen. La investigación aborda la importancia del cuidado y la precaución en el tratamiento de la fauna urbana, destacando cómo los medios probatorios pueden ser utilizados por abogados en casos que afectan la tutela efectiva. El objetivo principal es desarrollar un método, mediante un Mapa Cognitivo Neutrosófico, para evaluar estos medios probatorios en relación con delitos y contravenciones relacionados con la fauna urbana. Este artículo se centra en demostrar la efectividad de estos medios para asegurar la protección de los derechos de los animales. También se propone incluir este problema en el Código Integral Penal, clasificando como derechos de la fauna urbana aquellas conductas sancionables que afecten a estos seres vivos, con el fin de reducir el maltrato y la violencia hacia ellos, así como garantizar su protección.

Palabras Claves: Mapa Cognitivo Neutrosófico, evaluación de los medios probatorios, tratar delitos, contravenciones, fauna urbana.

Abstract. The research addresses the importance of care and caution in the treatment of urban fauna, highlighting how evidence can be used by lawyers in cases affecting effective protection. The main objective is to develop a method, through a Neutrosophic Cognitive Map, to evaluate these evidence in relation to crimes and violations related to urban fauna. This article focuses on demonstrating the effectiveness of these means to ensure the protection of animal rights. It is also proposed to include this problem in the Comprehensive Criminal Code, classifying as rights of urban fauna those punishable conducts that affect these living beings, in order to reduce mistreatment and violence towards them, as well as guarantee their protection.

Keywords: Neutrosophic Cognitive Map, evaluation of evidence, dealing with crimes, violations, urban fauna.

1 Introducción

A pesar de que el Código solo contempla contravenciones relacionadas con el maltrato a animales considerados parte de la fauna urbana, existe la posibilidad de implementar medios probatorios que garanticen la protección de los derechos de estos animales y aseguren el debido proceso. La crueldad animal se define como un comportamiento humano irracional hacia los animales, con la intención de causarles sufrimiento, dolor o incluso la muerte. El maltrato animal va más allá de simplemente causar daño; acciones como el abandono, la falta de atención a su salud, la ausencia de un lugar para descansar, y la omisión de alimento y agua se convierten en señales de alerta para la seguridad de los animales.

Recientemente, las redes sociales han hecho visible la triste y lamentable problemática de la crueldad animal, revelando casos cada vez más frecuentes en todo el país a través de fotos y videos que enfatizan esta grave situación.

Gracias a las plataformas digitales, hemos podido conocer casos repudiables de maltrato animal; estas imágenes y videos evidencian un problema que se presenta con mayor regularidad.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un método mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana. Por ello, mencionaremos los medios probatorios disponibles en nuestra legislación para sancionar adecuadamente el maltrato animal. Es hora de convertir la indignación en acción; no podemos seguir siendo espectadores pasivos ante el sufrimiento de los animales [1]. Es necesario implementar medidas contundentes para proteger y garantizar la integridad y los derechos de los animales, tales como:

- Fortalecimiento del marco legal: Tipificar el maltrato animal como delito en el Código Penal, con penas severas y disuasorias.
- Capacitación a las autoridades: Proporcionar formación especializada a las fuerzas del orden y a funcionarios judiciales para la correcta identificación, investigación y sanción del maltrato animal.
- Campañas de concienciación: Educar a la población sobre la importancia de la tenencia responsable de animales y el respeto hacia todas las formas de vida. Es fundamental que abogados y juristas de nuestro país conozcan el uso de medios probatorios para proteger los derechos de los animales de la fauna urbana.
- Apoyo a las organizaciones de rescate: Reforzar y apoyar las iniciativas de las organizaciones que trabajan en la protección y rescate de animales maltratados.
- Un futuro con compasión: Es nuestro deber construir un Ecuador donde la crueldad animal no tenga cabida. Un país donde la empatía y la responsabilidad hacia los animales sean valores fundamentales. Solo con la acción conjunta de la sociedad civil, las autoridades y las instituciones podremos crear un futuro más compasivo y justo para todos los seres vivos.

2 Materiales y métodos

Los problemas presentes para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana, pueden ser modelado como un problema de toma de decisiones multicriterio a partir del conjunto de tendencias que representan las alternativas a analizar en el proceso sobre los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones, en el que:

El número de personas $P= \{P_1, \dots P_n\}, n \geq 1,$

Que poseen un conjunto de criterios para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana que representan los múltiples criterios valorativos donde:

$C= \{C_1, \dots C_m\}, m \geq 2.$

La investigación ha sido desarrollada utilizando un enfoque cualitativo a partir del uso del método científico [2, 30]. Utiliza técnicas de inteligencia artificial para la inferencia sobre el análisis de incidencias y basa su funcionamiento a partir del método científico del criterio de expertos para obtener la base de conocimiento necesaria en el desarrollo de la investigación. Para el desarrollo de la presente investigación se modeló las relaciones causales de los indicadores que permite evaluar los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana.

Modelos causales: existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas en forma de grafos, donde cada modelo causal que se puede representar por un grafo son representaciones de la causalidad entre conceptos. Los modelos causales permiten modelar la causa o efecto de un determinado evento [3], [4], [5] . La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.

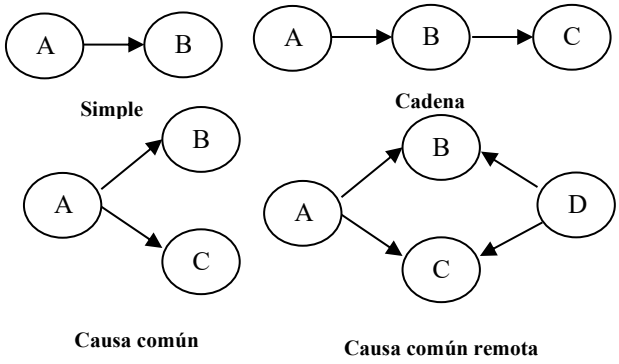


Figura 1: Ejemplo de grafos causales.

Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN): es una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos propuesta por Kosko [6] como una extensión de los modelos mentales empleando valores

difusos en un intervalo de [-1,1] [7], [8]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [9, 10, 31].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [11, 29]:

• $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos C_j y C_i. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i.

• $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos C_j y C_i. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i.

• $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos C_j y C_i.

3 Método para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana

El sistema propuesto está estructurado para soportar el proceso de gestión para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela los criterios para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas: entradas, procesamiento y salidas.



Figura 2. Esquema con la estructura del método propuesto.

El método para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana, está conformado por cinco actividades (identificación de las incidencias, determinación de las relaciones causales, identificación de los pesos atribuidos a las incidencias, identificación de las preferencias y generación de la inferencia) que son descritas a continuación.

Actividad 1 identificación de los indicadores: La identificación de los indicadores para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana, en la que se determinan el conjunto general de indicadores que determinar la base de inferencia. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de indicadores posibles.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de los indicadores. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas que se manifiestan [12-15] [29]. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente Alto (EB)	[1,0,0]
Muy muy Alto (MMB)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy Alto (MB)	[0.8,0,15,0.20]
Alto (B)	[0.70,0.25,0.30]

Término lingüístico	Números SVN
Medianamente Alto (MDB)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente Bajo (MDM)	[0.40,0.65,0.60]
Bajo (MA)	[0.30,0.75,0.70]
Muy Bajo (MM)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy Bajo (MMM)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente Bajo (EM)	[0,1,1]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [16], [17], [18] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & W_{ij} & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j. C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte causalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a los indicadores: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [19], [20]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifestación [21-23] [29, 32].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{1}$$

Actividad 4 identificaciones de las preferencias: la identificación de las preferencias es la actividad que consiste en determinar cuál es el comportamiento de los indicadores que permiten la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del indicador (AI)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del indicador (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del indicador (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del indicador (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del indicador (AP)

Actividad 5 generación de la inferencia: el proceso del diagnóstico se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [24], [25], [26], los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{2}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación [27].

4 Resultados y discusión

La presente sección realiza una descripción de la implementación del método para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana. A partir del análisis de casos es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis de los indicadores. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 identificación de los indicadores:

El proceso de selección de los indicadores que puede estar presente. Para determinar los indicadores se utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de los indicadores.

Nodo	Indicadores evaluativos	Descripción
C_1	Tasa de resolución de casos	Mide el porcentaje de casos de maltrato animal que se resuelven satisfactoriamente en comparación con el total de denuncias recibidas. Un mayor porcentaje indica una eficacia en la recolección y uso de medios probatorios.
C_2	Calidad de los medios probatorios	Evalúa la relevancia y la validez de los tipos de evidencia recolectada (testimonios, fotografías, videos, informes veterinarios). Esto puede realizarse mediante auditorías o revisiones de casos existentes, asegurando que cumplan con estándares legales y técnicos.
C_3	Tiempo de respuesta de las autoridades	Mide el tiempo promedio que tardan las autoridades en iniciar investigaciones tras recibir una denuncia. Un tiempo de respuesta más corto puede ser indicativo de un sistema más eficiente y eficaz en la recolección de medios probatorios.
C_4	Nivel de capacitación del personal	Evalúa la formación y preparación del personal encargado de la recolección de pruebas (policía, fiscales, veterinarios). Esto se puede medir a través de la realización de encuestas o evaluaciones post-capacitación sobre su conocimiento y habilidades en la gestión de casos de maltrato animal.
C_5	Satisfacción de la comunidad en la protección animal	Utiliza encuestas para medir la percepción de la ciudadanía sobre la efectividad de las acciones tomadas por las autoridades frente a los delitos y contravenciones en fauna urbana. Un alto nivel de satisfacción sugiere que los medios probatorios están siendo adecuadamente utilizados y que la comunidad tiene confianza en el sistema de justicia.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre las incidencias se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante.

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]
C_2	[1,0,0]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_3	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_4	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]
C_5	[1,0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a los indicadores:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenado en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), se obtiene el comportamiento del peso los indicadores para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a las incidencias.

Criterios	Incidencias	Peso
C_1	Tasa de resolución de casos	[0.75,0.25,0.30]
C_2	Calidad de los medios probatorios	[0.75,0.25,0.30]
C_3	Tiempo de respuesta de las autoridades	[0.8,0,15,0.20]
C_4	Nivel de capacitación del personal	[0.7,0.25,0.30]
C_5	Satisfacción de la comunidad en la protección animal	[0.75,0.25,0.30]

Actividad 4 identificaciones de las preferencias:

A partir de la entrevista al experto se determinó el grado de preferencia que poseen los indicadores evaluativos en el caso de estudio. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el caso objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a las incidencias de los indicadores.

Alternativa	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]

Actividad 5 generación de la inferencia:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana, mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los indicadores para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación donde se muestran su evolución.

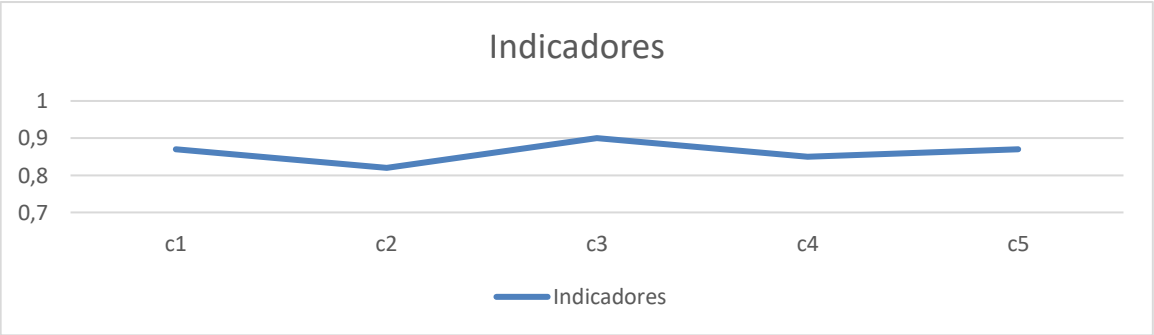


Figura 3: Resultado de la simulación de los indicadores.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a la alternativa y las preferencias se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia del indicador. La Tabla 7 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 7: Procesamiento de la inferencia.

Experto A_1	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.75,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.87,0,15,0.20]
C_2	[0.75,0.25,0.30]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.82,0,15,0.20]
C_3	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_4	[0.7,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.85,0,15,0.20]
C_5	[0.75,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.87,0,15,0.20]
Índice			[0.86,0,15,0.20]

A partir del índice determinado, se realiza una comparación del valor obtenido donde se evidencia un índice de evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana de un I= 0.87, lo que representa un alto índice de implementación.

5 Discusión

Las entrevistas realizadas revelan criterios significativos en relación a la regulación de los medios probatorios en casos de delitos contra la fauna urbana. Se llevó a cabo un análisis comparativo entre los diferentes usos de los medios probatorios en casos de la vida real, la normativa investigada. Los resultados obtenidos proporcionan puntos de partida para el desarrollo y mejora de la normativa y las políticas públicas que emita el Gobierno Nacional por medio del Ministerio de Medio Ambiente para potenciar la protección de la fauna urbana en el país, pero además con reformas más rígidas respecto al maltrato animal en el COIP [28,33]. Además, se están realizando nuevos acercamientos sociales para fortalecer el cambio en la protección de la fauna urbana en todas las áreas involucradas. [29, 30, 34]

Por lo tanto, al realizar encuestas a profesionales y estudiantes relacionados con la línea de investigación del tema presentado, se obtuvo más información sobre cómo se manejan los diferentes aspectos de los medios probatorios en delitos contra la fauna urbana frente a las regulaciones del COIP. Además, proporciona orientación para el correcto desarrollo de la actividad, de igual manera, los criterios y puntos de vista proporcionados por los académicos que participaron en la investigación a través de la encuesta dan una base sólida en cómo el aporte del derecho comparado en las investigaciones proporciona una ayuda esencial dentro del área del derecho. Esto contribuye a la mejora de la normativa ecuatoriana y así poder beneficiar al sector investigado de manera, social y jurídica. [35, 36]

6 Conclusión

La implementación del sistema propuesto, posibilitó la obtención del Mapa Cognitivo Neutrosófico agregado con la representación de las relaciones causales para la evaluación de los medios probatorios para tratar delitos y contravenciones en fauna urbana.

La Importancia de la Evidencia en Casos de Fauna Urbana, a la falta de uso de peritos y peritajes en casos relacionados con la fauna urbana puede ser un obstáculo significativo para garantizar la tutela efectiva de los derechos de estos seres vivos. La evidencia recopilada a través de peritajes especializados, testimonios de expertos y pruebas concretas desempeña un papel crucial en la reconstrucción de los hechos y en la toma de decisiones judiciales. Al no aprovechar estos medios probatorios, se podría comprometer la efectividad del proceso legal y, por ende, la protección de la fauna urbana.

La Incidencia de la Certeza y la Duda en Decisiones Judiciales, la certeza y la duda son elementos centrales en cualquier proceso judicial. En el contexto de delitos o contravenciones relacionadas con la fauna urbana, la dificultad para alcanzar la certeza total puede generar dudas que influyan en la toma de decisiones. Es esencial considerar cómo la ausencia de certeza absoluta podría afectar la tutela de los derechos de la fauna urbana, destacando la importancia de fortalecer los medios probatorios para reducir la incertidumbre en estos casos.

Rol Clave de Actores en la Recopilación de Pruebas, la propuesta de fortalecer el papel de los peritos, testigos, organizaciones de protección animal y medios de comunicación destaca la necesidad de una colaboración activa para obtener y difundir pruebas relevantes. La participación activa de estos actores no solo en la recolección de evidencia, sino también en su presentación ante los tribunales, puede mejorar significativamente la calidad y la robustez de los medios probatorios, contribuyendo así a una tutela más efectiva de los derechos de la fauna urbana.

Aplicación Efectiva del Marco Legal y Recursos Asignados, la propuesta de impulsar la aplicación efectiva del Código del Ambiente y asignar recursos adecuados a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) destaca la necesidad de una base legal sólida y recursos adecuados para abordar la protección de la fauna urbana. La asignación de recursos económicos, técnicos y humanos es esencial para garantizar que los GAD cumplan sus obligaciones y puedan llevar a cabo medidas efectivas de manejo de la fauna urbana, además de fiscalizar y sancionar el incumplimiento de estas obligaciones.

Referencias

[1] E. J. E. Gonzáles, M. Á. G. Llerena, V. E. V. Pozo, and M. O. E. González, "Análisis estadístico neutrosófico sobre las infracciones penales como medios coercitivos para la protección del medio ambiente," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 28, pp. 39-50, 2023.

[2] R. Sampieri, C. F. Collado., and P. B. lucio, "Metodología de la investigación," *México* vol. ISBN: 970-10-5753-8, 2006.

[3] C. Goodier, S. Austin, and R. Soetanto, "Causal mapping and scenario building with multiple organizations," *Futures,* vol. 42, no. 3, pp. 219-229, 2010.

[4] C. Strauch, U.-L. S. Sites, and W. Kriha, "NoSQL databases," *Lecture Notes, Stuttgart Media University,* vol. 20, 2011.

[5] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[6] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies,* vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.
[7] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems,* vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.
[8] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.
[9] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.
[10] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters,* vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.
[11] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.
[12] 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.
[13] 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.
[14] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
[15] O. F. Von Feigenblatt, *Honor, Loyalty, and Merit: The Cultura Contemporary of the Spanish Nobility*: Ediciones Octaedro, 2022.
[16] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.
[17] 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.
[18] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.
[19] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.
[20] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.
[21] 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.
[22] 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.
[23] 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.
[24] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.
[25] E. Veitia González, and O. Mar Cornelio, "Obtención y optimización de imágenes de fondo de ojo mediante tomografía de coherencia óptica," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 16, no. 1, pp. 720, 2024.
[26] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 18, no. 2, 2018.
[27] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.
[28] B. E. C. Mina, I. X. L. Rodríguez, J. A. E. Diaz, and P. O. P. Rodríguez, "El maltrato a los animales de compañía inadvertido ante las autoridades de Santo Domingo," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S4, pp. 377-386, 2022.
[29] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024
[30] Hernández, N. B., Yelandi, L. V. M., Ricardo, J. E., & Manzano, R. L. M. "Análisis prospectivo del estado actual de la carrera de derecho en la sede Babahoyo de la universidad UNIANDES". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 505-513, 2023
[31] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.
[32] Idrovo Sánchez, H. R. "La violación del derecho a un medio ambiente sano de los pueblos ancestrales como consecuencia de la no aplicación de la consulta previa en el año 2020 en la provincia de Chimborazo previo al otorgamiento de areas mineras" (Master's thesis), 2022.
[33] Leica Yansapanta, L. S. "Los derechos constitucionales de los niños, niñas y adolescentes frente a la ley humanitaria año 2021". (Master's thesis), 2022.

[34] Pazmiño Guevara, V. M. "La vulneración del derecho constitucional al trabajo a raíz de la precarización laboral ocasionada por el covid-19" (Master's thesis), 2022.
[35] Rodríguez Mena, M. B. "La reparación integral como mecanismo adecuado para garantizar la protección de la naturaleza como sujeto de derechos, en Latacunga 2020". (Master's thesis), 2022.
[36] Muñoz Razo, K. S. "El teletrabajo cómo una herramienta eficaz de protección a los derechos de las mujeres embarazadas como grupo de atención prioritaria en el sector público en Latacunga 2020". (Master's thesis), 2022.

Recibido: 4 de octubre de 2024. Aceptada: 2 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método de recomendación sobre el uso de la neuroplasticidad como motor de la rehabilitación del tejido conectivo

Method of recommendation on the use of neuroplasticity as a driver of connective tissue rehabilitation

Sandra Elizabeth Zambrano Castillo[1], Henrry Sebastián Piña Zúñiga[2], Pablo Fernando Martínez Pupiales[3] and Erika Daniela Robayo Guilcamaiga[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; sandrazc24@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; henrrysebastian2005@gmail.com
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; pupialesmartinez123@gmail.com
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; erikarobayo310@gmail.com

Resumen. El objetivo de esta investigación es desarrollar un método de recomendación sobre la neuroplasticidad como motor para la rehabilitación del tejido conectivo. La neuroplasticidad, con su capacidad de adaptación y recuperación en el cerebro y el sistema nervioso, se ha vuelto fundamental para entender los procesos de rehabilitación, especialmente en la reparación muscular. La actividad física se reconoce como un elemento crucial para la salud general y el bienestar cognitivo, lo que enfatiza la necesidad de estrategias efectivas en el ámbito de la rehabilitación. Esta investigación aborda diversos procedimientos y técnicas de rehabilitación motora, explorando la interrelación entre la plasticidad neuronal y los procesos de recuperación física. Mediante un enfoque multidisciplinario, se busca optimizar las estrategias de mejora y reducir los tiempos de recuperación en pacientes con problemas de movilidad. Un elemento innovador de este estudio es la implementación de un sistema de recomendación basado en Números Neutrosóficos de Valor Único, que permite emitir recomendaciones personalizadas. Estas recomendaciones están enfocadas en programas de rehabilitación que incorporan ejercicios diseñados para estimular la neuroplasticidad, adaptándose a las necesidades específicas de cada paciente. Al ofrecer un marco teórico y práctico que vincula la neuroplasticidad con la rehabilitación del tejido conectivo, esta investigación pretende establecer un método efectivo que no solo acelere la recuperación física, sino que también mejore la calidad de vida de los pacientes. Así, la sinergia entre actividad física, neuroplasticidad y un sistema de recomendación basado en Números Neutrosóficos se configura como una herramienta crucial en la rehabilitación moderna.

Palabras Claves: Método para la recomendación, números neutrosóficos, neuroplasticidad, tejido conectivo, rehabilitación motora

Abstract. The objective of this research is to develop a recommendation method on neuroplasticity as a driver for connective tissue rehabilitation. Neuroplasticity, with its capacity for adaptation and recovery in the brain and nervous system, has become fundamental to understanding rehabilitation processes, especially in muscle repair. Physical activity is recognized as a crucial element for general health and cognitive well-being, which emphasizes the need for effective strategies in the field of rehabilitation. This research addresses various motor rehabilitation procedures and techniques, exploring the interrelation between neuronal plasticity and physical recovery processes. Through a multidisciplinary approach, the aim is to optimize improvement strategies and reduce recovery times in patients with mobility problems. An innovative element of this study is the implementation of a recommendation system based on Single Value Neutrosophic Numbers, which allows for issuing personalized recommendations. These recommendations are focused on rehabilitation programs that incorporate exercises designed to stimulate neuroplasticity, adapting to the specific needs of each patient. By offering a theoretical and practical framework that links neuroplasticity with the rehabilitation of connective tissue, this research aims to establish an effective method that not only accelerates physical recovery, but also improves the quality of life of patients. Thus, the synergy between physical activity, neuroplasticity and a recommendation system based on Neutrosophic Numbers is configured as a crucial tool in modern rehabilitation.

Keywords: recommendation method, neutrosophic numbers, neuroplasticity, connective tissue, motor rehabilitation

1 Introducción

La neuroplasticidad, también conocida como plasticidad cerebral, se define como la capacidad del sistema nervioso para modificar su actividad en respuesta a estímulos tanto internos como externos. Este fenómeno es crucial, ya que permite la reconstrucción de la organización, funciones y conexiones neuronales tras lesiones traumáticas [1]. Sin embargo, la variabilidad en la neuroplasticidad puede tener tanto efectos positivos, facilitando la recuperación de diversos tejidos después de una lesión, como repercusiones negativas, que pueden dar lugar a consecuencias patológicas desagradables [2].

A lo largo de la historia, la neuroplasticidad ha sido objeto de debate en el contexto de la recuperación de lesiones, especialmente en la rehabilitación cerebral. Su impacto en la recuperación de tejidos, incluidos los conectivos, es significativo y justifica la necesidad de implementar enfoques multifacéticos que proporcionen una correcta estimulación neurofisiológica [3]. Para lograr esto, es fundamental ofrecer una variedad de terapias y tratamientos adecuados para cada paciente, optimizando así el proceso de recuperación.

El presente estudio se centra en un tema innovador que une la neuroplasticidad con tecnologías avanzadas, las cuales ofrecen una comprensión más amplia sobre la neurofisiología y el comportamiento del tejido conectivo tras un daño. La exploración de este campo investigativo es esencial para desarrollar tratamientos novedosos que favorezcan la rehabilitación y optimización de la recuperación del tejido conectivo en los pacientes [4].

La neuroplasticidad no solo se relaciona con aspectos fisiológicos, sino que también está influenciada por factores biológicos y sociales que pueden determinar el desarrollo humano [5]. Estos factores desempeñan un papel relevante en la rehabilitación de tejidos, contribuyendo al aumento de la funcionalidad del tejido muscular esquelético y fomentando el aprendizaje neurológico en los pacientes [6]. En este contexto, el objetivo de esta investigación es desarrollar un método de recomendación sobre la neuroplasticidad como motor de la rehabilitación del tejido conectivo, a través de la implementación de estrategias de rehabilitación física efectivas.

2 Preliminares

Las técnicas de recuperación del tejido conectivo fundamentadas en la neuroplasticidad representan un enfoque innovador y multifacético en la rehabilitación, buscando optimizar los procesos de recuperación mediante la estimulación activa del cerebro y del sistema nervioso. Estas estrategias no solo se enfocan en la recuperación física, sino que también integran aspectos neurofisiológicos esenciales que permiten una regeneración más efectiva de los tejidos comprometidos [7].

La terapia corporal es una de las técnicas destacadas en este ámbito. Su mecanismo de acción se basa en intervenciones físicas que fomentan la regeneración del tejido conectivo a través de la neuroplasticidad. Al estimular la reorganización cerebral mediante la utilización frecuente y rigurosa de los miembros afectados, la terapia corporal potencia la recuperación funcional y ayuda a restablecer la movilidad del paciente [6]. Este enfoque permite la conexión entre la actividad física y los cambios cerebrales, generando beneficios clave en la recuperación del tejido conectivo.

Otra técnica relevante es la estimulación cerebral no invasiva, que incluye herramientas como la estimulación magnética transcraneal. Su mecanismo de acción implica intervenciones físicas y neurofisiológicas que buscan promover la regeneración del tejido conectado. Este método provoca transformaciones en la estructura cerebral mediante la regulación de los patrones de activación neuronal, lo que permite un enfoque más directo en la plasticidad del cerebro [4, 36]. Entre sus beneficios clave está la capacidad de modificar circuitos neuronales que pueden estar alterados tras una lesión, facilitando así una mejor recuperación del tejido afectado [8].

La terapia ocupacional también se posiciona como una estrategia esencial en la rehabilitación del tejido conectivo. Este enfoque integra técnicas físicas y neurofisiológicas con actividades funcionales diseñadas específicamente para optimizar las capacidades motoras y sensoriales del paciente. Su mecanismo de acción intensifica los procesos de adaptación cerebral, lo que acelera la trayectoria de restablecimiento funcional [2]. A través de la implementación de actividades que son relevantes para el día a día de los pacientes, esta técnica no solo mejora la funcionalidad física, sino que también favorece una mayor integración social y emocional del paciente [9].

Por último, la actividad física se presenta como una técnica integral que combina elementos físicos y neurofisiológicos. Su objetivo es potenciar el rendimiento cognitivo y facilitar la recuperación de la funcionalidad muscular esquelética. El mecanismo de acción de esta metodología se fundamenta en el desarrollo de conexiones neuronales que conectan las áreas del cerebro, responsables de la percepción sensorial y el control del movimiento. Los beneficios de esta técnica son múltiples, incluyendo la mejora en la coordinación, el equilibrio y la capacidad de respuesta del sistema motor, elementos críticos para una rehabilitación exitosa [3].

La capacidad del cerebro para reestructurarse y formar nuevas conexiones neuronales es un fenómeno complejo que está sujeto a diversas influencias. Entre los factores más determinantes en la neuroplasticidad se encuentran la edad del individuo, la estimulación sensorial, la actividad de las células satélite, y el uso de tecnologías avanzadas en el ámbito de la rehabilitación. Estos elementos interactúan de manera sinérgica, y su comprensión

permite optimizar los tratamientos en función de las características y necesidades específicas de cada paciente [4].

La edad es uno de los factores más críticos en la neuroplasticidad. Durante los primeros años de vida, el cerebro alcanza su máxima capacidad de plasticidad, lo que se traduce en una mayor habilidad para la recuperación y la formación de nuevas conexiones neuronales. Esta fase de desarrollo está marcada por un alto grado de adaptabilidad, donde las experiencias y aprendizajes tienen un impacto significativo en la estructura y función cerebral. A medida que las personas envejecen, la plasticidad cerebral tiende a disminuir, lo que puede dificultar la recuperación tras lesiones [7, 37]. Sin embargo, es importante destacar que, aunque la neuroplasticidad es más prominente en la infancia, el cerebro sigue siendo capaz de adaptarse y reorganizarse a lo largo de la vida, lo que resalta la importancia de aplicar intervenciones adecuadas en todas las etapas del desarrollo.

La estimulación sensorial también desempeña un papel fundamental en la promoción de la neuroplasticidad. Las conexiones neuronales son altamente receptivas a los factores ambientales y a los estímulos sensoriales. La interacción con el ambiente a través de los sentidos —como la vista, el oído, el tacto y el equilibrio— fomenta la reorganización neuronal, favoreciendo la creación de nuevas rutas de comunicación entre las células del cerebro. Así, una rica estimulación sensorial puede catalizar el proceso de neuroplasticidad, lo que se traduce en una mayor eficacia en la recuperación funcional.

Otro aspecto relevante son las células satélite, que son células madre presentes en los tejidos musculares y nerviosos. Estas células son cruciales para la reparación y regeneración de los tejidos, y su activación está relacionada con la plasticidad neuronal. Cuando se producen lesiones, las células satélite responden a las señales de daño y activan una serie de procesos biológicos que facilitan la recuperación del tejido conectivo y de las conexiones neuronales. De este modo, la interacción entre las células satélite y la neuroplasticidad es fundamental para mejorar los resultados en la rehabilitación [3, 36].

En este sentido, la incorporación de tecnología en el proceso de rehabilitación tiene un impacto significativo en la optimización de la neuroplasticidad [1, 38]. El uso de herramientas tecnológicas, como la realidad virtual, la estimulación magnética transcraneal y diversas aplicaciones de terapia asistida por tecnología, ha demostrado mejorar los resultados clínicos al facilitar la estimulación sensorial y la activación de circuitos neuronales específicos. Estos avances proporcionan oportunidades únicas para personalizar las intervenciones, adaptándolas a las necesidades individuales y potenciando la efectividad de los tratamientos rehabilitadores.

3 Materiales y métodos

A partir del análisis antes expuesto, es posible modelar el sistema de recomendación de la neuroplasticidad como motor de la rehabilitación del tejido conectivo, como un problema de toma de decisión multicriterio [10, 11]. Formalmente se representa como:

- Un conjunto de alternativas que representan los pacientes en rehabilitación física $A = \{A_1, \dots A_n\},\ n \geq 2$ que se encuentran caracterizados por:
- Un conjunto de criterios que influyen en recomendación de técnicas de recuperación del tejido conectivo fundamentadas en la neuroplasticidad $C = \{C_1, \dots C_m\},\ m \geq 2$;

Los problemas de toma de decisiones pueden ser clasificados según las variables que intervienen en el proceso. Se pueden clasificar mediante un ambiente monocriterio o multicriterio. Para un ambiente monocriterio existe una sola variable que determina el comportamiento sobre el procesamiento de las alternativas, por lo tanto existe una implicación directa. Se cumple la condición que p→q, para todo valor que tome la variable objeto de estudio, el resultado implicará positiva o negativamente el valor del objetivo o alternativa [12-14].

Los operados de agregación representan un método de inferencia en el que sus funciones matemáticas son utilizadas en los procesos de toma de decisiones [15], [16], [17], [39] y combinan valores (x, y) en un dominio D y devuelven un valor único.

Dentro de los principales operadores para la agregación de información se encuentra la media aritmética y media ponderada [12-14], tal como se define a continuación:

Definición 1. Un operador WA tiene asociado un vector de pesos V, con $v_i \in [0,1]$ y $\sum_1^n v_i = 1$, expresado de la siguiente forma:

$$WA(a_1, .., a_n) = \sum_{i=1}^{n} v_i a_i \quad (1)$$

Donde v_i representa la importancia de la fuente a_i.

Un operador de agregación de información *Ordered Weighted Averaging,* (OWA), Media Ponderada Ordenada propuesto por [18], permite unificar los criterios clásicos de decisión de incertidumbre en una expresión [19].

3.1 Números Neutrosóficos de Valor Único

La neutrosofía consiste en la representación de la neutralidad, fue propuesta por Smarandache [20]. Representa

las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [21]. La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [22]:
Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0,1]\}cn$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene:

$$v(p) = (T, I, F) \quad (2)$$

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos Neutrosóficos de Valor Único (SVN) [23] los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas [24] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [25, 26].

Sea X un universo de discurso. Un SVN sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (3)$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$

4 Método para la recomendación sobre el uso de la neuroplasticidad como motor de la rehabilitación del tejido conectivo

En la presente sección se describe el funcionamiento método de recomendación sobre el uso de la neuroplasticidad como motor de la rehabilitación del tejido conectivo, por medio de la rehabilitación física. Se presentan las características generales que facilitan la comprensión de la propuesta.

El método para la recomendación propuesto, está diseñado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de inferencia en general, realiza tres subprocesos: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método.

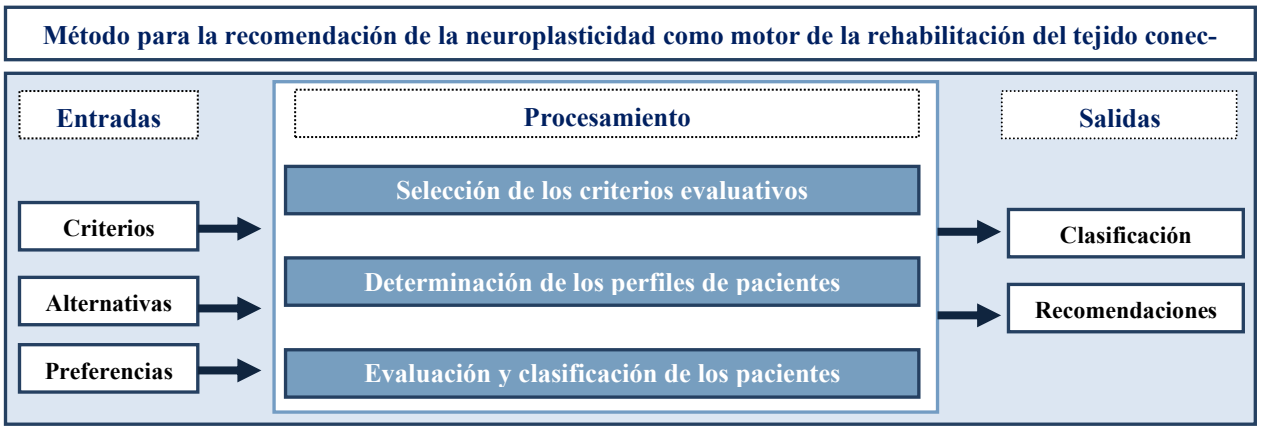


Figura 1: Esquema general del funcionamiento del método.

4.1 Descripción de las etapas del método

El método de recomendación sobre el uso de la neuroplasticidad como motor de la rehabilitación del tejido conectivo se estructura en un flujo de trabajo organizado en tres subprocesos: entrada, procesamiento y salida de información. En la fase de entrada, se recogen datos esenciales que incluyen criterios, alternativas y preferencias de los pacientes. Los criterios abarcan los factores que influencian la selección de las técnicas de recuperación, mientras que las alternativas son diversas metodologías de rehabilitación física propuestas para los pacientes.

La fase de procesamiento implica la selección de los criterios evaluativos más relevantes, la determinación de los perfiles de los pacientes, y la evaluación y clasificación de cada caso según las características y necesidades recogidas.

En la fase de salida, el sistema genera una clasificación de los pacientes y proporciona recomendaciones específicas sobre las técnicas de rehabilitación más adecuadas, basadas en su perfil y en los principios de neuroplasticidad. Este enfoque permite personalizar la rehabilitación, optimizando así el proceso de recuperación del tejido conectivo para cada individuo.

4.2 Flujo de trabajo del método

El flujo de trabajo describe la interacción de las diferentes entidades que intervienen en el método, garantiza la representación de términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN. El flujo de trabajo está compuesto por cuatro actividades (identificación de los criterios, determinación del perfil de los pacientes en rehabilitación física, evaluación y clasificación, recomendaciones) que soportan el proceso de toma de decisiones del método [27]. [28, 36]. A continuación se describen las diferentes actividades:

Identificación de los criterios: los criterios son el conjunto de características que describe los pacientes en rehabilitación física, representan la base de indicadores evaluativos sobre el cual se conforma el perfil de los pacientes C_i.

Determinación del perfil de los pacientes: el perfil de los pacientes se obtiene de forma directa mediante criterios de expertos.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (4)$$

Las valoraciones de las características de los pacientes a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de términos lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. La descripción de las características está asociada al conjunto de pacientes que representan las alternativas del proceso[29, 30, 40].

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (5)$$

Evaluación y clasificación: para la evaluación y clasificación de los pacientes mediante números SVN [31, 32], se tiene:

Sea

$A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN,

tal que:

$A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$,

j=(1,2, … , n),

$B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.

tal que y $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$($i$ = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las B_i y A^* resulta [32]:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(|a_{ij}-a_j^*|\right)^2+\left(|b_{ij}-b_j^*|\right)^2+\left(|c_{ij}-c_j^*|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

(i = 1,2, … , m)

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [33], [24]. En la medida en que la alternativa se A_i se encuentra más semejante perfil del paciente (s_i) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas. La obtención de las preferencias de las alternativas se hace a partir de la evaluación que se obtiene del comportamiento de los indicadores donde:

$$\boldsymbol{A}_i\left[F_{a_j}\right] = \left[Pre_y\right] \quad (10)$$

Para cada alternativa A que posee un perfil F_{a_j} se le hace corresponder un conjunto de preferencias Pre_y que una sobre el comportamiento del paciente, donde:

$\left[Pre_y\right]$: es el arreglo resultante como preferencia de las alternativas respecto a un conjunto de indicadores $Pre \in \mathbb{N}, [0,1]$. El valor de Pre_y.

Para el proceso de inferencia sobre la recomendación de técnicas de recuperación del tejido conectivo fundamentadas en la neuroplasticidad, se parte de:

$$\boldsymbol{A}_i = \left[Pre_y, W_z\right] \quad (11)$$

Donde:

Pre_y: representa el conjunto de preferencia sobre $\boldsymbol{A}_i$.

W_z : representa el vector de peso referido por $_z$.

El proceso de evaluación se realiza mediante el método multicriterio WA. El conjunto de recomendaciones están asociadas al resultado obtenido en la evaluación a partir del cual es calculada la similitud entre el perfil de

los pacientes y es ordenada de acuerdo a la similitud obtenida. La mejor evaluación será aquella que mejor satisfaga las necesidades del perfil con mayor similitud.

5 Resultados y discusión

La presente sección describe un ejemplo para demostrar la aplicabilidad del método para la recomendación sobre el uso de la neuroplasticidad como motor de la rehabilitación del tejido conectivo, por medio de la rehabilitación física. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores. El método fue implementado para la recomendación de técnicas de recuperación del tejido conectivo fundamentadas en la neuroplasticidad, para pacientes en rehabilitación física. [41]

Para aplicar del método multicriterio WA, se estructuran los criterios evaluativos del problema y las alternativas objeto de estudio. A partir del comportamiento de los indicadores se obtienen las preferencias para evaluar las alternativas y realizar el proceso de clasificación. El objetivo es evaluar las preferencias sobre los indicadores que representa la recomendación de técnicas de recuperación del tejido conectivo fundamentadas en la neuroplasticidad, los criterios evaluativos son representados por los principales indicadores de calidad.

Los expertos expresan la valoración del cumplimiento de los criterios mediante la valoración neutrosófica. Los atributos se formulan en la escala lingüística presentada en la Tabla 1, sustituyendo sus términos lingüísticos equivalentes.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [32].

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)

El problema es modelado mediante el conjunto de pacientes en rehabilitación física, que representan las alternativas tal como se refiere a continuación:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$$

Que son descritos por el conjunto de atributos que representan los criterios evaluativos de las técnicas de recuperación del tejido conectivo:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7\}$$

El conjunto de criterios evaluativos de las técnicas de recuperación del tejido conectivo, definidos para este caso, se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios evaluativos de las técnicas de recuperación del tejido conectivo.

Id	Criterio	Descripción
c_1	Efectividad en la mejora funcional	Medida en qué la técnica recomendada contribuye a la recuperación de la función motora y sensorial específica del paciente, incluyendo la amplitud de movimiento y la fuerza muscular.
c_2	Adaptabilidad individual	Capacidad de la técnica para personalizarse según las características únicas del paciente, como su edad, gravedad de la lesión, y comorbilidades.
c_3	Estimulación neurológica	Potencial de la técnica para inducir la neuroplasticidad a través de la estimulación adecuada de circuitos neuronales, promoviendo la formación de nuevas conexiones sinápticas.
c_4	Consideraciones psicológicas y emocionales	Impacto emocional y psicológico que la técnica puede tener en el paciente, incluyendo su motivación, nivel de ansiedad y disposición para participar en el proceso de rehabilitación.

Id	Criterio	Descripción
$\mathbf{c_5}$	Viabilidad y accesibilidad	Disponibilidad, accesibilidad y facilidad de implementación de la técnica en el entorno del paciente, así como el costo asociado.
$\mathbf{c_6}$	Integración multidisciplinaria	Capacidad de la técnica para ser parte de un enfoque multidisciplinario que involucre a fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y otros profesionales de la salud, garantizando una atención integral.
$\mathbf{c_7}$	Evidencia clínica	Evidencia que respalda la técnica como eficaz para la rehabilitación de tejidos conectivos, incluyendo estudios clínicos, revisiones a historias clínicas y ensayos controlados aleatorizados que validen su uso.

La Tabla 3 muestra la vista de datos utilizadas para el presente caso de estudio con 4 pacientes.

Tabla 3: Vista de datos de los pacientes en rehabilitación física.

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
a_1	B	B	B	B	B	B	B
a_2	B	B	M	MMB	MMB	M	MDB
a_3	B	B	M	M	M	M	MMB
a_4	M	M	M	MB	MB	MD	B

Si un miembro del personal médico u_e, desea recibir las recomendaciones del modelo, deberá proveer información al mismo expresando sus preferencias. En este caso:

$$P_e = \{\text{B}, \text{B}, \text{B}, \text{M}, \text{M}, \text{B}, \text{M}, \text{MMB}\}$$

El siguiente paso del ejemplo, es el cálculo de la similitud entre el perfil de pacientes y los almacenados en la base de datos.

Tabla 4: Similitud entre los productos y el perfil de pacientes.

a_1	a_2	a_3	a_4
0.60	0.80	0.92	0.30

Para el proceso de generación de recomendaciones, se recomiendan aquellos que más se acerquen al perfil del paciente, posteriormente se realiza un ordenamiento de los perfiles.

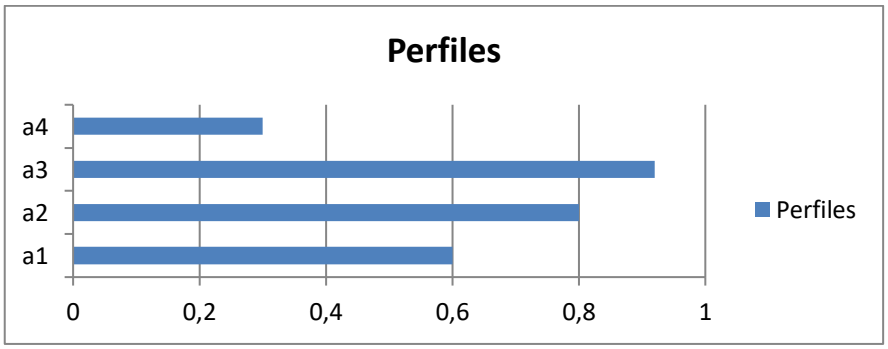


Figura 2: Ordenamiento de los perfiles.

A partir de esta comparación, los perfiles de pacientes resultantes son expresados mediante el siguiente orden de prioridad.

$$\{a_3, a_2, a_1, a_4\}$$

El modelo propuesto recomendará los dos perfiles más cercanos. Las recomendaciones están formadas por:

$$a_3, a_2$$

A partir del resultado, el perfil que mejor evaluación posee para representar la propuesta de evaluación óptima es a_3.

La utilidad de las recomendaciones generadas a partir del método propuesto radica en su capacidad para personalizar y optimizar el proceso de rehabilitación física, alineando las técnicas seleccionadas con las características

y necesidades individuales de cada paciente. Al evaluar criterios clave como la efectividad funcional, la adaptabilidad y la estimulación neurológica, el método permite identificar la técnica que mejor promueve la neuroplasticidad y la recuperación del tejido conectivo. Esto no sólo mejora los resultados clínicos, sino que también potencia el compromiso del paciente con el tratamiento, al proporcionar opciones que consideran sus preferencias y contexto emocional.

6 Discusiones

Las técnicas de recuperación del tejido conectivo fundamentadas en la neuroplasticidad ofrecen un enfoque holístico y colaborativo en el proceso de rehabilitación. A través de la combinación de la terapia corporal, la estimulación cerebral no invasiva, la terapia ocupacional y la actividad física, se logra una sinergia que potencia la capacidad de recuperación del paciente, optimizando tanto su funcionalidad física como su bienestar emocional [7, 42]. Este enfoque integral subraya la importancia de considerar tanto la estructura física como el contexto neurofisiológico en el proceso de rehabilitación, aprovechando la neuroplasticidad como pilar fundamental para la recuperación [34, 36].

La neuroplasticidad es un fenómeno influenciado por una serie de factores interrelacionados. La edad, la estimulación sensorial, la actividad de las células satélite y el uso de tecnología son elementos que, al ser comprendidos y aplicados estratégicamente, pueden mejorar de manera significativa el proceso de rehabilitación del tejido conectivo. La consideración de estos factores permite a los profesionales de la salud diseñar intervenciones más efectivas y personalizadas, promoviendo así una recuperación óptima y una mejor calidad de vida para los pacientes.

La neuroplasticidad se presenta como una herramienta fundamental en el diseño de programas de intervención en diversos grupos poblacionales. Aproximar las aplicaciones de estos conceptos a diferentes segmentos permite optimizar los procesos de aprendizaje y recuperación, adaptando estrategias a las necesidades específicas de cada grupo. A continuación, se analizan las aplicaciones de la neuroplasticidad en niños, adultos mayores, pacientes con lesiones y estudiantes, resaltando la importancia de un enfoque personalizado [8, 37].

En el caso de niños de 4 a 5 años, los programas de neuroplasticidad se centran en mejorar el desarrollo cognitivo y motor a través de una colaboración interdisciplinaria entre médicos, educadores y especialistas en neurociencia. En esta etapa crítica de desarrollo, el cerebro está particularmente receptivo a nuevas experiencias y aprendizajes, lo que se traduce en una capacidad significativa para formar conexiones neuronales. Aplicar principios de neuroplasticidad en este contexto implica diseñar actividades lúdicas y estudios que estimulen tanto las habilidades motoras como las capacidades cognitivas, generando un impacto positivo en el desarrollo integral de los niños. [43]

Para los adultos mayores, se están implementando tecnologías innovadoras que estimulan y mejoran la neuroplasticidad, con un enfoque especialmente fuerte en la investigación europea. Estas tecnologías pueden incluir ejercicios cognitivos y plataformas virtuales diseñadas para mantener y promover la flexibilidad cognitiva y la salud cerebral. A medida que la edad avanza, la capacidad de neuroplasticidad tiende a decrecer, pero no desaparece. Las intervenciones tecnológicas pueden ralentizar este proceso, permitir la prolongación de la independencia funcional y mejorar la calidad de vida al mantener activas las conexiones neuronales.

En el contexto de pacientes con lesiones, el tratamiento basado en neuroplasticidad juega un papel crucial en la restauración de las funciones sensorial y motora del tejido conectivo. Las intervenciones físicas, acompañadas de estimulación cognitiva y técnicas de rehabilitación específica, favorecen la reorganización de circuitos neuronales que pueden haberse visto comprometidos tras un daño. A través de programas adaptativos que integran ejercicios de movimiento y actividades cognitivas, estos pacientes pueden experimentar mejoras significativas en su funcionalidad y calidad de vida.

En el ámbito de los estudiantes, se está empleando un enfoque neurocientífico para mejorar el aprendizaje experiencial y la creatividad, particularmente en el campo médico. Las investigaciones sugieren que el aprendizaje activo y la incorporación de métodos basados en neuroplasticidad pueden potenciar la retención de información y la aplicación práctica de los conocimientos. Programas que favorecen la experimentación, la resolución de problemas en grupo y la atención plena no solo mejoran el rendimiento académico, sino que también fomentan un desarrollo cognitivo flexible y creativo que resulta esencial en la formación de futuros profesionales.

En los estudios realizados anteriormente el Ecuador ha llevado un protagonismo en las prácticas de neuroplasticidad, centrándose específicamente en la neuroplasticidad de los niños de 4-5 años llevando una fuerte colaboración académica y médica a nivel global [9]. En Loja la neuroplasticidad ha sido contribuida con herramientas tecnológicas en la aplicación de estimulación de adultos mayores, este estudio aplicativo ha sido contribuyente en países europeos, y aportando un conocimiento mucho más sólido en este campo de la medicina e investigación [35].

Las aplicaciones de la neuroplasticidad se están integrando de manera personalizada en diversos grupos poblacionales, reflejando la versatilidad de este fenómeno en contextos tan variados como el desarrollo infantil, la

atención a adultos mayores, la rehabilitación de pacientes lesionados y la educación en estudiantes. La comprensión y la implementación adecuada de estos principios no solo potencian los procesos de aprendizaje y adaptación, sino que también promueven un enfoque centrado en el bienestar integral de las personas a lo largo de sus diferentes etapas de vida. Este enfoque multidimensional establece las bases para intervenciones más efectivas y significativas en los múltiples campos de la salud y la educación.

7 Conclusión

La investigación realizada sobre el uso de la neuroplasticidad como motor de rehabilitación del tejido conectivo reveló la importancia de un enfoque personalizado en los tratamientos de rehabilitación física. Se establecieron criterios fundamentales para evaluar las distintas técnicas de recuperación, lo que permitió recomendar las más adecuadas según las características individuales de cada paciente. Al integrar principios de neuroplasticidad en el proceso de rehabilitación, se evidenció una mejora significativa en la funcionalidad y en la satisfacción del paciente. Además, se destacó la necesidad de un enfoque multidisciplinario que incluya la colaboración de diversos profesionales de la salud para optimizar los resultados terapéuticos. Las recomendaciones generadas a partir del método neutrosófico propuesto, no solo contribuyeron al éxito de los tratamientos, sino que también promovieron un compromiso más activo por parte de los pacientes en su proceso de recuperación, lo que confirmó la relevancia de personalizar las intervenciones para alcanzar resultados óptimos.

Referencias

[1] S. Dey, A. Arya, A. J. Raut, S. Katta, and P. Sharma, “Exploring the Role of Neuroplasticity in Stroke Rehabilitation: Mechanisms, Interventions and Clinical Implications,” 2024.

[2] P. Clos, R. Lepers, and Y. M. Garnier, “Locomotor activities as a way of inducing neuroplasticity: insights from conventional approaches and perspectives on eccentric exercises,” *European Journal of Applied Physiology,* vol. 121, no. 3, pp. 697-706, 2021.

[3] C. Wang, “The role of neuromodulation to drive neural plasticity in stroke recovery: a narrative review,” *Brain Network and Modulation,* vol. 1, no. 1, pp. 2-8, 2022.

[4] E. Zimmerman, G. Carnaby, C. L. Lazarus, and G. A. Malandraki, “Motor learning, neuroplasticity, and strength and skill training: moving from compensation to retraining in behavioral management of dysphagia,” *American Journal of Speech-Language Pathology,* vol. 29, no. 2S, pp. 1065-1077, 2020.

[5] A. M. Joshua, "Neuroplasticity," *Physiotherapy for adult neurological conditions*, pp. 1-30: Springer, 2022.

[6] E. Dzyubenko, and D. M. Hermann, "Role of glia and extracellular matrix in controlling neuroplasticity in the central nervous system." pp. 377-387.

[7] M. S. de Sousa Fernandes, T. F. Ordônio, G. C. J. Santos, L. E. R. Santos, C. T. Calazans, D. A. Gomes, and T. M. Santos, “Effects of physical exercise on neuroplasticity and brain function: a systematic review in human and animal studies,” *Neural plasticity,* vol. 2020, no. 1, pp. 8856621, 2020.

[8] H. Johansson, M. Hagströmer, W. J. Grooten, and E. Franzén, “Exercise‐induced neuroplasticity in Parkinson’s disease: A metasynthesis of the literature,” *Neural Plasticity,* vol. 2020, no. 1, pp. 8961493, 2020.

[9] J. A. Mero Mejillón, and R. J. Sánchez Borbor, “La neuroplasticidad en el proceso de aprendizaje en niños de 4 a 5 años,” La Libertad, Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024, 2024.

[10] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, “Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación,” *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.

[11] C. Bouza. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en contabilidad, administración, economía," https://www.researchgate.net/publication/303551295_METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LA_TOMA_DE_DECISIONES_EN_CONTABILIDAD_ADMINISTRACION_ECONOMIA.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.

[15] F. Smarandache, “Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones,” *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[16] I. Grau, and R. Grau, “Aplicación de sistemas neuroborrosos a problemas de resistencia antiviral del VIH,” *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 6, no. 2, 2012.

[17] K. Pérez, “Modelo de proceso de logro de consenso en mapas cognitivos difusos para la toma de decisiones en grupo,” Tesis Doctoral, Facultad 4, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014.

[18] R. Yager, “On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking,” *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,* vol. 18, no. 1, pp. 183-190, 1988.

[19] D. Filev, and R. Yager, “On the issue of obtaining OWA operator weights,” *Fuzzy sets and systems,* vol. 94 no. 2, pp. 157-169, 1998.

[20] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[21] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.
[22] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[23] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
[24] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.
[25] 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.
[26] 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.
[27] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
[28] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
[29] 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.
[30] 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.
[31] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.
[32] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
[33] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words," *Ingeniería y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 173-188, 2015.
[34] B. P. Johnson, and L. G. Cohen, "Applied strategies of neuroplasticity," *Handbook of clinical neurology,* vol. 196, pp. 599-609, 2023.
[35] E. V. Loaiza-Lima, and A. V. Velásquez-Benavides, "Tercera edad y nuevas tecnologías–Caso de estudio: Loja Ecuador," *Sistemas, cibernética e informática,* vol. 17, no. 2, pp. 29-35.
[36] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024
[37] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., & Peña, K. A. "El papel del docente en el proceso de titulación de estudiantes de Derecho: un enfoque cuantitativo y cualitativo en UNIANDES Babahoyo". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 338-345, 2023.
[38] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.
[39] Idrovo Sánchez, H. R. "La violación del derecho a un medio ambiente sano de los pueblos ancestrales como consecuencia de la no aplicación de la consulta previa en el año 2020 en la provincia de Chimborazo previo al otorgamiento de areas mineras" (Master's thesis), 2022.
[40] Leica Yansapanta, L. S. "Los derechos constitucionales de los niños, niñas y adolescentes frente a la ley humanitaria año 2021". (Master's thesis), 2022.
[41] Pazmiño Guevara, V. M. "La vulneración del derecho constitucional al trabajo a raíz de la precarización laboral ocasionada por el covid-19" (Master's thesis), 2022.
[42] Rodríguez Mena, M. B. "La reparación integral como mecanismo adecuado para garantizar la protección de la naturaleza como sujeto de derechos, en Latacunga 2020". (Master's thesis), 2022.
[43] Muñoz Razo, K. S. "El teletrabajo cómo una herramienta eficaz de protección a los derechos de las mujeres embarazadas como grupo de atención prioritaria en el sector público en Latacunga 2020". (Master's thesis), 2022.

Recibido: 4 de octubre de 2024. Aceptada: 3 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos

Neutrosophic method to measure the need for the implementation of the proposed reform of the Ordinance regulating the care of pets and domestic animals

Andrea Katherine Bucaram Caicedo[1], Giovana Fernanda Vinueza Arroyo[2], Diego Gustavo Jácome Salinas[3], and Jeanpierre Iván Rengifo Aispur[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.andreabucaram@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.giovannavinueza@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; da.diegogjs98@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.jeanpierreira73@uniande.edu.ec

Resumen. Esta investigación se centra en la dinámica de la fauna urbana en Ambato, Ecuador, explorando más allá de la convencional asociación con perros y gatos para abarcar una diversidad de especies en entornos urbanos. La gestión de esta fauna, bajo la responsabilidad de los gobiernos municipales, se rige por directrices ministeriales, subrayando la importancia de una convivencia armoniosa entre la población y los animales. A pesar de normativas existentes, como el Código Orgánico Integral Penal y el Código Orgánico del Medio Ambiente, la Ordenanza Municipal de 2008 para el cuidado de animales de compañía en Ambato no ha sido actualizada en 15 años. Esta falta de actualización presenta desafíos, desde la carencia de registros precisos hasta situaciones de maltrato y faenamiento. El objetivo de la investigación consistió en desarrollar un Método neutrosófico para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos. Inspirada en la experiencia de Quito, la propuesta apunta a regular y controlar la fauna urbana, promoviendo el bienestar animal y una convivencia equilibrada. La investigación subraya la importancia de estas acciones en el contexto de crecimiento urbano, ofreciendo una iniciativa clave para proteger los derechos de todos los seres vivos en Ambato y mejorar la salud pública.

Palabras Claves: método neutrosófico, Ordenanza, Ambato, animales, derechos.

Abstract. This research focuses on the dynamics of urban fauna in Ambato, Ecuador, exploring beyond the conventional association with dogs and cats to encompass a diversity of species in urban environments. The management of this fauna, under the responsibility of municipal governments, is governed by ministerial guidelines, emphasizing the importance of harmonious coexistence between the population and animals. Despite existing regulations, such as the Comprehensive Organic Criminal Code and the Organic Environmental Code, the 2008 Municipal Ordinance for the care of companion animals in Ambato has not been updated in 15 years. This lack of updating presents challenges, from the lack of accurate records to situations of abuse and slaughter. The objective of the research was to develop a Neutrosophic Method to measure the need for the implementation of the reform project to the Ordinance that regulates the care of companion animals or pets and domestic animals. Inspired by the experience of Quito, the proposal aims to regulate and control urban fauna, promoting animal welfare and a balanced coexistence. The research highlights the importance of these actions in the context of urban growth, offering a key initiative to protect the rights of all living beings in Ambato and improve public health.

Keywords: Neutrosophic method, Ordinance, Ambato, animals, rights

1 Introducción

La fauna urbana es un grupo de animales no humanos que se adaptan, se desarrollan y sobreviven en las ciudades. Según la definición de la ley ecuatoriana, la fauna urbana incluye muchos más animales como aves, roedores, insectos, reptiles, anfibios e incluso algunos animales utilizados para la alimentación. Sin embargo, la fauna urbana suele asociarse únicamente con felinos y caninos. La fauna es un componente de los ecosistemas urbanos, ya que sus hábitats pueden ser áreas públicas, zonas verdes urbanas o incluso sitios de tránsito habitual.

En el Ecuador, la conservación y el control de la fauna y flora urbana se gestiona por los gobiernos municipales con cierto apoyo de los gobiernos parroquiales y provinciales, pero está determinada por directrices emitidas por los ministerios[1]. Esto significa que no solo hay instituciones a las que recurrir, sino que también es responsabilidad de la población saber cómo llevar su vida cotidiana diaria con los animales y crear un ambiente equitativo para todos.

El cantón de Ambato tiene un sin número de fauna y flora que habitan y están en un espacio determinado. La participación humana en la biodiversidad es importante, ya que los humanos han domesticado algunas especies mediante la selección artificial, lo que ha creado numerosas razas, incluyendo animales que viven en hogares, parques y otros lugares. De esta manera, se facilita la incorporación del mantenimiento y la preservación en la legislación cantonal actual.

Considerando que la Constitución del Ecuador, que entra en vigencia desde el 20 de octubre de 2008, contiene normas que constituyen el Capítulo VII, el Capítulo II, y el Título I, que tipifican sobre los derechos naturales. La naturaleza y el medio ambiente sustentan buenos sistemas de vida en el Capítulo 2, que incluye la biodiversidad y los recursos naturales en el Capítulo 7.

Con el tiempo de igual manera llegaron nuevas normativas para regular esto como, el COIP: Código Orgánico Integral Penal, que tipifica nuevos delitos para la protección de la naturaleza y los animales urbanos, y el COA; Código Orgánico del Medio Ambiente, donde se menciona que los municipios tienen mediante ordenanzas, una forma de efectiva de velar por el bienestar de los animales urbanos.

El 23 de diciembre del 2008, el Consejo Cantonal de Ambato aprobó una ordenanza que netamente se especifica en controlar el cuidado de animales de compañía [2, 37]. Esta Ordenanza se aprobó, y regula el cuidado y bienestar para animales de compañía o mascotas y animales domésticos. Esta Ordenanza es necesaria y obligatoria según la Ley de Instituciones de Gobierno Local, que actualiza las normas de gobierno local establecidas por la Ley de Descentralización de Municipios y Organizaciones Territoriales.

Esta Ordenanza lleva 15 años sin actualizarse, donde a imposibilitando al GAD Municipal del Cantón Ambato, contar con un registro real de la cantidad de animales de compañía que se encuentran en estado de abandono, maltratados, enfermos e incluso siendo faenados para consumo humano [3], tampoco existe un dato concreto de quién, quienes o que interviene en el manejo de la fauna urbana, así como tampoco existe un diagnóstico sustentado del estado real de este manejo, ni la normativa aplicable para el efectivo manejo institucional y la eficiente regulación del bienestar animal [4, 35].

A medida que crecen las ciudades, surgen nuevas necesidades para mantener una convivencia armoniosa entre los diversos ecosistemas que se ven desbordados por las grandes ciudades. Esto ha tomado a iniciativas y proyectos de ley para proteger los derechos de todos, incluidos los animales urbanos y los humanos [5, 38]. De esta manera, se sugiere la creación de una nueva legislación para mejorar la protección del bienestar animal, fomentar la tenencia responsable de los animales y asegurar una armonía entre las personas y la fauna urbana en del cantón Ambato.

Con el objetivo de apoyar el orden de Ambato, la Universidad Regional Autónoma de Los Andes "UNIANDES" elaboró un proyecto de ley sobre el bienestar animal para reemplazar la ley que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y animales domésticos en la ciudad. El proyecto de ordenanza fue aprobado por la Facultad de Jurisprudencia y se entregó al alcalde de ese período el 17 de marzo de 2023. El proyecto de esta normativa establece las normas legales para el registro, el control, los procedimientos sancionadores y las infracciones que se puedan cometer en contra de los animales de compañía y la fauna urbana de Ambato.

El principal objetivo de esta Ordenanza presentada es regular y controlar la fauna urbana, donde se busca garantizar los diferentes principios de bienestar animal en la tenencia, crianza, comercialización, reproducción, transporte y eutanasia de la fauna urbana; promover la tenencia responsable, la convivencia armoniosa, la conservación y la evolución natural de los animales; y evitar el abuso, la crueldad, el sufrimiento y la deformación de los rasgos físicos y mentales.

Basado en el escenario descrito, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un Método neutrosófico para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza que re-gula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos.

2 Materiales y Métodos

La creciente complejidad de la fauna urbana en Ambato, Ecuador, revela la urgente necesidad de implementar herramientas efectivas de toma de decisiones en la gestión de especies diversas más allá de la tradicional asociación con perros y gatos. A pesar de contar con normativas como el Código Orgánico Integral Penal y la Ordenanza Municipal de 2008, la falta de actualización de estas regulaciones durante los últimos 15 años ha generado serios desafíos, incluyendo la ausencia de registros adecuados y la incidencia de maltrato animal. En este contexto, un enfoque basado en un Método neutrosófico se presenta como una solución innovadora para evaluar la necesidad de reformar la legislación vigente, garantizando así un marco que promueva el bienestar de los animales y la convivencia pacífica entre la población y la fauna urbana. La implementación de estas herramientas de toma de decisiones no solo es fundamental para abordar las problemáticas actuales, sino que también se erige como un pilar esencial para proteger los derechos de todos los seres vivos y mejorar la salud pública en una ciudad en constante crecimiento.

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos de alternativas, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos [6, 35]. Con respecto al concepto toma de decisiones, en [7] se plantea lo siguiente: "es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización".

Un proceso de toma de decisiones donde varían los objetos o decisiones, es considerado como un problema de toma de decisiones multicriterio [8-10]. La evaluación multicriterio constituye una optimización con varias funciones objetivo simultaneas y un agente decisor. La ecuación 1 formaliza el problema planteado.

$$Max = F(x), x \in X \tag{1}$$

Donde:

x: es un vector $[x_1, , x_n]$ de las variables de decisión.

X: es la denominada región factible. Representa el dominio de valores posible que puede tomar la variable.

F(x): es un vector $[F_1 x, , F_n x]$ de las P funciones objetivos que recogen los criterios.

Max: representa la función a maximizar, esta no es restrictiva.

Específicamente los problemas multicriterio discretos constan básicamente de dos tipos de datos que constituyen el punto de partida para diferentes problemas de toma de decisiones multicriterio discreto (DMD).

2.1 Tomas de decisiones

Cada problema de toma de decisiones puede ser diferente, sin embargo a partir de la versatilidad de su naturaleza se puede definir un procedimiento para la resolución de problemas. La Figura 1 muestra un esquema para la resolución de problemas de toma de decisiones.

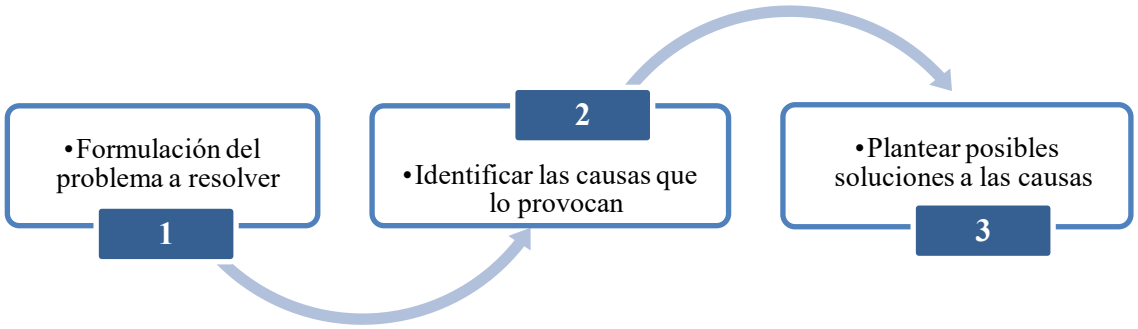


Figura 1: Procedimiento para la resolución de problema de toma de decisiones.

Para la resolución de problemas de toma de decisiones, diversos han sido los métodos multicriterios propuestos . Cuando se desea emitir una ponderación para una determinada alternativa, los métodos de ordenamiento y agregación representan una forma viable para su aplicación, [11], [12], [13]. Dentro de los métodos multicriterio clásicos se encuentra la ponderación lineal. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 2 [14-17].

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{2}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios [18-20]. Para cada cri-

terio j el decisor estima cada alternativa i. Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio. Se asigna un peso $W_j(j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j.

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [21],[22],[23]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [24],[25]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [26], [27], [28, 35]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [29-31], [36]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{3}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 4 [32-34], [39, 40].

$$R_{i(T,I,F)} = \sum\nolimits_j W_{j(T,I,F)}\, r_{ij(T,I,F)} \tag{4}$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_j$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

r_{ij}: representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

3 Diseño del método neutrosófico para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía

El método neutrosófico propuesto está diseñado para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos. Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, multiexperto donde se modela la del cumplimiento de los indicadores de experiencia pedagógica. Utiliza en su inferencia el método multicriterio Ponderación Lineal Neutrosófica. El método está diseñado mediante una estructura de tres etapas que en su conjunto determina la evaluación de competencias.

Etapa 1: Identificación de los criterios evaluativos

Representa el conjunto de criterios que se valoran para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza de regulación animal. Constituye un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots c_n\}$, n ≥ 2, criterios que se valoran para medir la necesidad de implementación.

Etapa 2: Determinación de los pesos

Para la determinación de los pesos asociados a los criterios, se utiliza un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots e_m\}$, $m \geq 2$, donde E, representa los expertos que intervienen en el proceso.

Etapa 3: evaluación neutrosófica para medir la necesidad de implementación de la Ordenanza.

La etapa de evaluación representa el procesamiento del método para emitir el resultado de la inferencia propuesta. Se procesan los datos empleando el método de la ponderación lineal mediante la ecuación 4. Como resultado se mide la necesidad de implementación.

4 Resultados y discusión

Para la implementación del método propuesto se realizó un estudio de caso donde se analizó el comportamiento de los criterios evaluativos en un caso de estudio, obteniéndose los siguientes resultados:

Etapa 1: Identificación de los criterios evaluativos

Para el análisis y funcionamiento del método propuesto, se utilizaron 7 criterios para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos, tal como se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Criterios para medir la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza.

No	Criterios	Definición
1	Evaluación del bienestar animal	Medir la efectividad de las medidas implementadas para mejorar el bienestar de los animales de compañía, a través de indicadores que reflejen su estado de salud y calidad de vida.
2	Prevención del maltrato	Analizar el descenso en los casos de maltrato animal reportados, así como la efectividad de las sanciones impuestas a infractores, para determinar si se está disuadiendo comportamientos abusivos.
3	Tenencia responsable	Evaluar la adopción de prácticas de tenencia responsable por parte de los dueños de mascotas, considerando aspectos como la alimentación, la higiene y el acceso a atención veterinaria.
4	Procedimiento sancionador	Valorar la eficacia y rapidez del procedimiento administrativo sancionador establecido, incluyendo el tiempo de respuesta ante infracciones y la satisfacción de los ciudadanos con el proceso.
5	Salud pública	Medir la reducción en la incidencia de enfermedades zoonóticas y la adecuada gestión de desechos biológicos, evaluando el impacto en la salud pública de Ambato.
6	Control de fauna urbana	Examinar la efectividad del programa "REMUFU" en términos de censo, esterilización, vacunación y salud veterinaria de los animales de compañía, así como su impacto en la reducción de la población de fauna urbana descontrolada.
7	Responsabilidad social y educación cívica	Evaluar la efectividad de las campañas informativas y educativas implementadas, considerando el nivel de concienciación y conocimiento en la comunidad sobre derechos y trato ético hacia los animales.
8	Actualización normativa	Revisar si la nueva normativa se adapta adecuadamente a las necesidades cambiantes de la sociedad y la fauna urbana, incluyendo la flexibilidad para revisiones futuras.
9	Participación ciudadana	Analizar el nivel de participación y retroalimentación de la comunidad en el desarrollo e implementación de la ordenanza, promoviendo un enfoque colaborativo.
10	Integración de recursos humanos y técnicos	Evaluar si se cuenta con el personal técnico y administrativo adecuado para implementar y hacer cumplir la ordenanza, así como la adecuada capacitación del personal implicado.
11	Colaboración interinstitucional	Observar la efectividad de la colaboración entre la Agencia Municipal de Control y otras entidades, tanto gubernamentales como no gubernamentales, para asegurar el cumplimiento de la normativa.
12	Impacto en la convivencia social	Medir los cambios en la percepción y convivencia entre los ciudadanos respecto a los animales de compañía y la fauna urbana, decididamente buscando un equilibrio entre bienestar animal y salud pública.

Etapa 2: Determinación de los pesos

Para la etapa de determinación de los pesos atribuidos a los criterios, se realizó la consulta a 3 expertos que expresaron sus valoraciones sobre los criterios. Se obtuvieron las tablas valorativas las cuales fueron agregadas en una tabla resultante mediante números neutrosóficos definidos en la tabla 2.

Tabla 2: Términos lingüísticos empleados.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente alto(EB)	[1,0,0]
Muy muy alto (MMB)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy alto (MB)	[0.8,0,15,0.20]

Término lingüístico	Números SVN
Alto (B)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente alto (MDB)	[0.60,0.35,0.40]
Media(M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente bajo (MDM)	[0.40,0.65,0.60]
Bajo (MA)	[0.30,0.75,0.70]
Muy bajo (MM)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy bajo (MMM)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente bajo (EM)	[0,1,1]

La tabla 3 muestra el resultado de la valoración de los criterios una vez realizado el proceso de agregación.

Tabla 3: Peso atribuido a los criterios a partir de la consulta a expertos.

Criterios	Valoración del criterio $W_{(T,I,F)}$
C_1	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[0.8,0,15,0.20]
C_3	[0.9, 0.1, 0.1]
C_4	[0.8,0,15,0.20]
C_5	[1,0,0]
C_6	[0.9, 0.1, 0.1]
C_7	[1,0,0]
C_8	[1,0,0]
C_9	[0.70,0.25,0.30]
C_{10}	[0.8,0,15,0.20]
C_{11}	[1,0,0]
C_{12}	[0.70,0.25,0.30]

Etapa 3: Evaluación neutrosófica de la necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza del cuidado de animales de compañía

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de los criterios definidos, se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de cada criterio para el caso de estudio. La tabla 4 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 4: Procesamiento del sistema de toma de decisiones.

Competencias	Pesos $W_{(T,I,F)}$	Preferencias	$R_{i(T,I,F)}$
C_1	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0.10,0.0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_2	[0.8,0,15,0.20]	[1,0.10,0.0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_3	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0.10,0.0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_4	[0.8,0,15,0.20]	[1,0.10,0.0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_5	[1,0,0]	[1,0.10,0.0]	[1,0.10,0.0]
C_6	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0.10,0.0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_7	[1,0,0]	[0.75,0.10,0.0]	[0.87,0,15,0.20]
C_8	[1,0,0]	[1,0.10,0.0]	[1,0.10,0.10]
C_9	[0.70,0.25,0.30]	[1,0.10,0.0]	[0.85,0,15,0.20]
C_{10}	[0.8,0,15,0.20]	[0.75,0.10,0.0]	[0.77,0.10,0.15]
C_{11}	[1,0,0]	[1,0.10,0.0]	[1,0.10,0.10]
C_{12}	[0.70,0.25,0.30]	[1,0.10,0.0]	[0.85,0,15,0.20]
Índice			[0.91,0.10,0.15]

Para el caso de análisis se evidencia un índice de 0.91 lo que representa un alto índice de necesidad de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos en Ambato.

Justificación de la de la implementación del proyecto de reforma a la Ordenanza

La Constitución de la República del Ecuador (2008) en su Art. 415 establece:

> "El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptaran políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes."

Lo que claramente se establece como competencia de cada GAD el manejo de la fauna urbana que corresponde a su circunscripción territorial, por lo cual los mismos mediante su reserva legislativa para normativa relacionada a los niveles intermedios de gobierno, en este caso ordenanzas, deberán mediante esta norma legal regular a la fauna urbana. En el caso de Ambato para regular el manejo de la fauna urbana, el día 13 de enero del 2009 el Concejo Cantonal de Ambato resolvió aprobar la "Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos".

A pesar de existir una normativa vigente y que es aplicable para el manejo de la fauna urbana en la ciudad de Ambato esta resulta ser inaplicable y obsoleta en la actualidad para que se pueda realizar esta competencia de una manera adecuada, por lo cual la Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES 2023 con la finalidad de tutelar de manera efectiva los derechos de los animales, así como para asegurar un manejo adecuado de los animales de compañía en el año 2023 presentó un proyecto reformatorio de ordenanza a la misma la cual se denomina como "La ordenanza del bienestar animal en el GAD Municipalidad de Ambato, sustitutiva de la ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos"

El objeto de la ordenanza vigente, es decir la ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía o mascotas y de animales domésticos (2009), se encuentra en su Art.1 y establece "La presente ordenanza tiene por objeto regular en el cantón Ambato, el cuidado de los animales de compañía o mascotas y animales domésticos en los domicilios donde habitan, y cuando transiten por los lugares públicos.".

Mientras que el proyecto de reforma de ordenanza establece en su Art. 1 "El objeto del presente Título es regular y controlar la Fauna Urbana, garantizando los principios de bienestar animal en la tenencia, crianza, comercialización, reproducción, transporte y eutanasia de la fauna urbana en el GAD Municipalidad de Ambato". El objeto de la ordenanza es sumamente más amplio, por lo que se establece además de manera mucho más precisa lo que se pretende con la ordenanza.

Para cometer su cometido y poder aplicar esta competencia de manera adecuada, entonces lo ideal es que se lleve a cabo un registro exhaustivo de los animales domésticos para que de esta manera se pueda cumplir de manera adecuada con las obligaciones para los sujetos responsables estipulados en la norma, para el efecto el Art. 7 de la ordenanza actual estipula que se debe realizar una presentación de un certificado de vacunas, que solamente aplica para caninos, mediante el cual se puede obtener un certificado municipal para identificación [2, 41].

El proyecto de reforma de ordenanza por el contrario en su Art.6 numeral 8 establece como obligación para los sujetos responsables "Identificar, registrar y asignar un código a los animales en el REMUFU", siglas para Registro municipal de Fauna Urbana, así mismo en el mismo articulado numeral 10 es establece que, para identificar de mejor manera a los animales, se lo realizara mediante una aplicación de un microchip.

En el caso del cantón Ambato y en base al proyecto de reforma de ordenanza, es el albergue de animales el organismo al cual que le designa como competente para ejecutar la gestión integral de la fauna urbana en el GAD Municipalidad de Ambato, organismo que en base al Art. 13 del cuerpo ibidem contara de total autonomía administrativa, financiera y operativa, para lo cual al albergue se le deberá crear departamentos, áreas administrativas, jurídicas y técnicas y cuyo presupuesto se desprende del sector salud del GAD municipal de Ambato en base al Art.12 de el mismo cuerpo legal. [35, 36]

Es entonces el albergue animal el encargado de implementar, organizar, administrar y custodiar el REMUFU, así mismo se le establece al albergue de animales receptar y atender denuncias, ejecutar actuación previa en el cometimiento de una presunta infracción administrativa por bienestar animal y que de esta manera se pueda ejecutar lo que disponga la ordenanza.

La ordenanza propuesta busca llenar un vacío legal existente, especialmente en la falta de actualización de regulaciones vigentes, lo cual ha llevado a la ineficiente gestión de la fauna urbana en Ambato. A través de esta iniciativa, se espera lograr los siguientes resultados:

- Mejora del bienestar de los animales de compañía o mascotas: Este objetivo se cumple mediante la implementación de medidas para atacar el problema antes de que se consuma el resultado, aplicando las medidas cautelares, mediante las cuales se prevé que los animales que están siendo maltratados sean retirados de sus tenedores o dueños, evitando que se siga con esta conducta nociva hacia los mismos.
- Prevención del maltrato: Delineando sanciones y consecuencias para aquellos que violen las normativas, disuadiendo así comportamientos crueles y abusivos. Estableciendo de manera clara y precisa las sancio-

nes por incumplimientos de las infracciones establecidas en la ordenanza, estas sanciones, que el proyecto de ordenanza es mucho más severas que en la ordenanza actual ayudan prevenir el maltrato de los animales de compañía, así como sancionar a los infractores para evitar que se reiteren estos casos de abuso.

- Fomento de la tenencia responsable: Promoviendo prácticas responsables en la crianza, alimentación, así como también se implementa en la ordenanza tener en consideración la higiene y salud de los animales, teniendo un control veterinario adecuado para los animales de compañía; de igual manera asegurándose que exista un espacio adecuado para que los animales de compañía puedan habitar y desarrollarse.
- Procedimiento administrativo sancionador para infractores: El proyecto de reforma de ordenanza plantea que la Agencia Municipal de control sea quien establezca el trámite para poder iniciar el procedimiento administrativo sancionador, de igual manera estos pueden multar en flagrancia a quienes están cometiendo infracciones establecidas en el cuerpo ibidem; esto supone un avance en cuanto regulación del procedimiento sancionador, que la anterior ordenanza lo contempla remitiéndolo hacia una ordenanza derogada.
- Salvaguarda de la Salud Pública: Estableciendo regulaciones para prevenir enfermedades transmitidas por animales y gestionar adecuadamente los desechos biológicos, ya que en la presente ordenanza se establecen mecanismos adecuados y efectivos para el control de los desechos biológicos de los animales de compañía.
- Control de la fauna urbana: A través del "REMUFU", se prevé tener un control efectivo de los animales de compañía en el cantón, en con el mismo se pretende lograr control de esterilización, censo, vacunación y salud veterinaria.
- Responsabilidad Social y Educación: Reforzando la idea de que los animales tienen derechos, fomentando la responsabilidad social y educando a la comunidad sobre el trato ético hacia los animales. En la ordenanza se encuentra contemplado que el albergue municipal cree campañas informativas y educativas sobre el bienestar animal.
- Actualización Normativa: Proporcionando un marco legal actualizado y adaptado a las necesidades cambiantes de la sociedad y la fauna urbana.

La colaboración entre la Universidad Regional Autónoma de Los Andes y las autoridades municipales subraya la importancia de la participación conjunta entre instituciones académicas y gubernamentales para lograr un cambio efectivo en la regulación y gestión de la fauna urbana. En conjunto, la implementación exitosa de esta ordenanza puede contribuir no solo al bienestar de los animales, sino también al desarrollo de una comunidad más consciente, ética y sostenible. [42]

5 Conclusión

La investigación realizada evidencia una alta necesidad de implementar el proyecto de reforma a la Ordenanza que regula el cuidado de animales de compañía y domésticos en Ambato, con un índice de 0.91 que refleja la urgencia de abordar esta problemática. A través de un análisis exhaustivo de la dinámica de la fauna urbana en la ciudad, se identifica no solo la presencia de perros y gatos, sino también una diversidad de especies que requieren una gestión adecuada. A pesar de contar con normativas existentes, la falta de actualización de la Ordenanza Municipal desde 2008 ha generado desafíos significativos, como la ausencia de registros precisos y la proliferación de casos de maltrato y faenamiento.

La implementación de una ordenanza destinada a proteger los derechos de los animales en entornos urbanos, como la propuesta en Ambato, Ecuador, representa un paso esencial hacia una convivencia más ética y armoniosa entre humanos y fauna urbana. Este tipo de legislación no solo aborda la necesidad de garantizar el bienestar de los animales, sino que también tiene un impacto significativo en diversos aspectos de la sociedad.

La iniciativa presentada se considera fundamental en el contexto del crecimiento urbano y es clave para proteger los derechos de todos los seres vivos en Ambato, al tiempo que mejora la salud pública. En consecuencia, se concluye que la implementación de esta reforma es no solo necesaria, sino urgente, para garantizar un entorno más justo y saludable para los animales y la comunidad.

Referencias

[1] J. D. Pérez Viteri, "La fauna urbana en el régimen jurídico ecuatoriano," Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias …, 2022.

[2] G. A. D. de Ambato, "Ordenanza que regula el Cuidado de Animales de Compañía o Mascotas, y de Animales Domésticos," *Ambato, Tungurahua, Ecuador: Ilustre Consejo Cantonal de Ambato*, 2008.

[3] S. A. V. Manrique, "Bienestar animal de las mascotas en Ecuador y en la ciudad de Riobamba: revisión bibliográfica," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar,* vol. 7, no. 2, pp. 11274-11287, 2023.

[4] M. B. H. Bustos, and V. M. F. Terán, "La Ley Orgánica de Bienestar Animal (LOBA) en Ecuador: análisis jurídico." pp. 108-126.
[5] M. E. M. Maliza, and J. T. C. Asqui, "Los animales reconocidos como sujetos de derechos en Ecuador," *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina,* vol. 10, pp. 81-92, 2022.
[6] S. Herbert, "The new science of management decision," *New York*, 1960.
[7] E. B. F. Fincowsky, "Toma de decisiones empresariales," *Contabilidad y Negocios* vol. Vol 6, No 11, pp. 113-120. ISSN 1992-1896, 2011.
[8] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.
[9] N. ValcÃ, and M. Leyva-VÃ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, pp. 45-51, 2018.
[10] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.
[11] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.
[12] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.
[13] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.
[14] 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.
[15] 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.
[16] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
[17] O. F. Von Feigenblatt, *Honor, Loyalty, and Merit: The Cultura Contemporary of the Spanish Nobility*: Ediciones Octaedro, 2022.
[18] 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.
[19] 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.
[20] 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.
[21] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[22] 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.
[23] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.
[24] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.
[25] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
[26] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
[27] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[28] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
[29] 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.
[30] 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.
[31] 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.
[32] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.
[33] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.

[34] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[35] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024

[36] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., & Peña, K. A. "El papel del docente en el proceso de titulación de estudiantes de Derecho: un enfoque cuantitativo y cualitativo en UNIANDES Babahoyo". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 338-345, 2023.

[37] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[38] Idrovo Sánchez, H. R. "La violación del derecho a un medio ambiente sano de los pueblos ancestrales como consecuencia de la no aplicación de la consulta previa en el año 2020 en la provincia de Chimborazo previo al otorgamiento de areas mineras" (Master's thesis), 2022.

[39] Leica Yansapanta, L. S. "Los derechos constitucionales de los niños, niñas y adolescentes frente a la ley humanitaria año 2021". (Master's thesis), 2022.

[40] Pazmiño Guevara, V. M. "La vulneración del derecho constitucional al trabajo a raíz de la precarización laboral ocasionada por el covid-19" (Master's thesis), 2022.

[41] Rodríguez Mena, M. B. "La reparación integral como mecanismo adecuado para garantizar la protección de la naturaleza como sujeto de derechos, en Latacunga 2020". (Master's thesis), 2022.

[42] Muñoz Razo, K. S. "El teletrabajo cómo una herramienta eficaz de protección a los derechos de las mujeres embarazadas como grupo de atención prioritaria en el sector público en Latacunga 2020". (Master's thesis), 2022.

Recibido: 5 de octubre de 2024. Aceptada: 4 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Evaluación neutrosófica sobre los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR

Neutrosophic evaluation of maternal risk factors influencing APGAR parameters

Zaihrys del Carmen Herrera Lasso[1], Carlos Alberto Pérez Padilla[2], Ruth Alexandra Ramos Villacís[3], and Elizabeth Salazar Quesada[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.zaihrysherrera@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.carlosperez@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ambato. Ecuador; ua.ruthramos@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; elizabethsq39@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación de los factores de riesgo maternos que impactan los parámetros del test de APGAR. Los factores de riesgo maternos son elementos críticos que deben ser identificados con antelación para asegurar un embarazo saludable tanto para la madre como para el feto, resultando en una buena vitalidad del recién nacido. Estos factores pueden incluir aspectos socioeconómicos, culturales y de salud, los cuales influyen significativamente en la experiencia de la mujer gestante. El test de APGAR es una evaluación rápida que se realiza a los recién nacidos en su primer y quinto minuto de vida, permitiendo valorar la adaptación del bebé a su nuevo entorno fuera del útero. Los resultados de esta investigación subrayan la importancia de un seguimiento prenatal adecuado para identificar y clasificar los factores de riesgo, lo cual es esencial para lograr que el puntaje del test de APGAR sea favorable. Los hallazgos sugieren que existe una relación significativa entre los factores de riesgo maternos y el puntaje obtenido en el test de APGAR. Al detectar estos riesgos de forma temprana, es posible prevenir complicaciones futuras y aumentar las probabilidades de obtener un puntaje adecuado en el test de APGAR, lo cual es fundamental para el bienestar del recién nacido. Esta investigación resalta la necesidad de implementar estrategias efectivas para la identificación de factores de riesgo, contribuyendo así a mejorar los resultados en el cuidado materno-infantil.

Palabras Claves: método neutrosófico, APGAR, factores de riesgo, mujer gestante, recién nacido.

Abstract. The present investigation aims to develop a neutrosophic method for the evaluation of maternal risk factors that impact APGAR test parameters. Maternal risk factors are critical elements that must be identified in advance to ensure a healthy pregnancy for both the mother and the fetus, resulting in good vitality of the newborn. These factors may include socioeconomic, cultural and health aspects, which significantly influence the experience of the pregnant woman. The APGAR test is a rapid evaluation performed on newborns in their first and fifth minute of life, allowing to assess the baby's adaptation to its new environment outside the uterus. The results of this investigation underline the importance of adequate prenatal follow-up to identify and classify risk factors, which is essential to achieve a favorable APGAR test score. The findings suggest that there is a significant relationship between maternal risk factors and the score obtained in the APGAR test. By detecting these risks early, it is possible to prevent future complications and increase the chances of obtaining an adequate score on the APGAR test, which is essential for the well-being of the newborn. This research highlights the need to implement effective strategies for the identification of risk factors, thus contributing to improving the results in maternal and child care.

Keywords: neutrosophic method, APGAR, risk factors, pregnant woman, newborn

1 Introducción

La salud materna y fetal es un aspecto crucial en el contexto de la atención prenatal, ya que factores como el bienestar físico y emocional de la madre influyen directamente en el desarrollo y la vitalidad del recién nacido. En este sentido, la identificación de los factores de riesgo que pueden afectar el embarazo se convierte en una ta-

rea fundamental para los profesionales de la salud [1]. Estos factores se dividen en dos categorías principales: modificables y no modificables.

Los factores de riesgo modificables son aquellos que pueden ser abordados y gestionados a lo largo del embarazo. Entre ellos se encuentran el inadecuado soporte familiar, los controles prenatales insuficientes y la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos, que a menudo pueden evitarse o mitigarse [2]. Además, prácticas nocivas como el consumo de tabaco y alcohol, así como la dependencia de drogas ilícitas, presentan riesgos significativos que pueden comprometer la salud materna y fetal. Otras condiciones como la anemia, infecciones asintomáticas y cambios inusuales en la frecuencia cardíaca fetal también se asocian con complicaciones durante el embarazo, lo que subraya la necesidad de una vigilancia y atención adecuadas [3, 27].

Por otro lado, los factores de riesgo no modificables son aquellos que no pueden ser alterados ni eliminados, pero que son igualmente importantes para entender el contexto del embarazo de una mujer. Estos incluyen antecedentes biológicos y sociales, tales como la edad materna, la alta multípara, condiciones socioeconómicas desfavorables y padecimientos hereditarios. Asimismo, circunstancias como la incompatibilidad Rh, la historia obstétrica desfavorable, el bajo peso previo al embarazo y las anomalías pélvicas pueden incrementar la vulnerabilidad de la madre y del feto a complicaciones durante el tránsito del embarazo [4].

Las muertes maternas continúan representando un problema significativo para Ecuador. Entre las causas más mencionadas se encuentran los trastornos hipertensivos, los embarazos que culminan en abortos y las hemorragias. Estas condiciones pueden clasificarse como factores de riesgo que son susceptibles de ser identificados en el consultorio y tratados a tiempo [5, 29].

La existencia de estos factores de riesgo puede conducir a resultados adversos como partos pretérminos, recién nacidos de bajo peso o macrosomías fetales, los cuales, a su vez, pueden influir en los puntajes obtenidos en el test de APGAR. La identificación temprana y el manejo adecuado de estos riesgos son, por lo tanto, cruciales para mejorar los desenlaces materno-infantiles [6, 28].

Asimismo, junto a los factores de riesgo que ayudan a identificar enfermedades o complicaciones durante el embarazo, se encuentra la tabla del APGAR, que permite evaluar la adaptación del recién nacido a su nuevo entorno fuera de la cavidad uterina. El test de APGAR es una herramienta de evaluación rápida que se realiza en el primer y quinto minuto de vida del recién nacido, identificando distintos parámetros fundamentales para determinar su estado de salud [7, 27]. Estos parámetros incluyen la frecuencia cardíaca, el esfuerzo respiratorio, el tono muscular, la respuesta a estímulos y el color de la piel, ofreciendo así una valoración integral del bienestar neonatal inmediatamente después del parto [5, 30].

Tabla 1: Parámetros del test de APGAR.

Factor	0	1	2
Color de la piel	Color pálido, azulado en todo el cuerpo	Color rosado, con extremidades azulados	Color rosado en todo el cuerpo
Pulso	Ausente	Lento menos de 100 lpm	Rápido más de 100lpm
Respuesta a los estímulos	No responde	Hace muecas ante los estímulos	Responde con llantos, tos, estornudos
Tono muscular	Flácido	Débil inactivo	Fuerte y activo
Respiración	Ausente	Irregular y lento	Buena y con llanto

Con estos parámetros evaluados, se debe llegar a una puntuación para el neonato, que es:

- 0-3: Severamente deprimido
- 4-6: Moderadamente deprimido
- 7-10: Buena adaptación

La puntuación que obtenga cada recién nacido se debe valorar rápida y correctamente ya que en los dos primeros parámetros se debe pedir consulta con pediatría para una valoración correcta del producto. Mediante esta información se busca la relación entre los factores de riesgo maternos y la puntuación del test de APGAR en el recién nacido. Para visualizar la importancia tanto de pesquisar los factores de riesgos maternos como el test de APGAR, tras un nacimiento de un neonato.

La evaluación exhaustiva de los factores de riesgo, tanto modificables como no modificables, permite a los profesionales de la salud desarrollar estrategias de intervención más efectivas, contribuyendo así a la consecución de resultados favorables en el test de APGAR, el cual es una herramienta importante para evaluar la adaptabilidad del recién nacido en su nuevo entorno. Esta investigación se centra en la implementación de un método neutrosófico que permita la evaluación sistemática de estos factores de riesgo maternos, lo que resulta en una atención más completa y proactiva durante el embarazo, y en un beneficio significativo para la salud de las madres y sus bebés.

2 Evaluación neutrosófica sobre la incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR

Para evaluar la incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del test de APGAR, se empleó un método basado en números neutrosóficos, que permite modelar la incertidumbre inherente en estas evaluaciones. Este enfoque se fundamenta en técnicas multicriterio que posibilitan la modelación de indicadores relevantes, creando así un marco robusto para determinar la influencia de los factores de riesgo maternos en los resultados del APGAR.

El uso de la Ponderación Lineal Neutrosófica para la inferencia proporciona una forma estructurada y eficaz de manejar la variabilidad y la imprecisión de los datos, lo que es crucial en un contexto donde los factores de riesgo pueden estar interrelacionados y variar en su impacto. Este método no solo facilita la cuantificación de los efectos de cada factor, sino que también permite una interpretación matizada de los resultados, considerando la complejidad del embarazo y los múltiples aspectos que pueden afectar el bienestar materno y neonatal.

La metodología está diseñada en torno a una estructura de tres actividades interrelacionadas, cada una de las cuales aporta al análisis general de la incidencia de los factores de riesgo. Estas actividades abarcan desde la identificación de los criterios de incidencia, la determinación los pesos de los criterios de incidencia, hasta la evaluación final de los impactos sobre los parámetros del APGAR. Dicha estructura asegura un enfoque sistemático e integral en la investigación, incrementando la validez de los hallazgos y contribuyendo a una mejor comprensión de cómo estos factores pueden influir en la salud de las madres y sus recién nacidos. [31]

Actividad 1: Identificación de los criterios de incidencia de los factores de riesgo maternos

Representa el conjunto de criterios que se evalúan para determinar incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR. El conjunto de criterios representan un parámetro de entrada del método propuesto, se sustenta mediante un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots c_n\},\ \mathrm{n} \geq 2$, representan los criterios evaluativos.

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios de incidencia

El proceso de determinación de los pesos, representa la actividad que determinar los vectores de pesos asociados a los criterios [8]. Representa un parámetro para el proceso de inferencia. Se basa en un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots e_m\},\ m \geq 2$, donde E, son los expertos que determinan los vectores de pesos asociados a los criterios de incidencia.

Actividad 3: Evaluación de los criterios sobre la incidencia de los factores de riesgo maternos

La actividad representa el procesamiento del método de inferencia para determinar la incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR. El procesamiento de los datos se realiza mediante la ponderación lineal neutrosófica [9], [10], [11] que constituye un método multicriterio [12-14]. La ponderación lineal neutrosófica representa una alternativa a los métodos multicriterios clásicos [15], [16]. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 1.

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{1}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios [17]. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i. Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio [18]. Se asigna un peso $W_j (j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j.

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [19], [20]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [21], [22, 27]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [23]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [24-26]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 3.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)}\, r_{ij(T,I,F)} \tag{3}$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_j$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

r_{ij}: representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

3 Implementación del método para la evaluación neutrosófica sobre la incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR

A continuación se realiza una descripción de la corrida por etapa del método neutrosófico multicriterio para para la evaluación sobre la incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR.

Actividad 1: Identificación los criterios de incidencia de los factores de riesgo maternos

En el marco de la actividad 1, se llevó a cabo un proceso de identificación de los criterios de incidencia de los factores de riesgo maternos que pueden afectar los parámetros del test de APGAR. Para ello, se consultó a un grupo de cinco expertos en el área de salud materno-infantil, quienes aportaron su conocimiento y experiencia. A partir de estas consultas, se establecieron criterios evaluativos que servirán como base para el análisis posterior de la relación entre los factores de riesgo y los resultados obtenidos en el test de APGAR. La tabla 2 a continuación resume los criterios definidos en esta investigación.

Tabla 2: Criterios evaluativos para identificar la incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR

No	Criterios evaluativos	Descripción
C_1	Historia obstétrica	Evaluación de antecedentes maternos como abortos previos, complicaciones, etc.
C_2	Condiciones de salud materna	Revisión de problemas de salud actuales, como hipertensión o diabetes gestacional.
C_3	Socioeconómico y apoyo familiar	Análisis de factores socioeconómicos y el nivel de apoyo familiar disponible.
C_4	Edad materna y paridad	Consideración de la edad de la madre y la cantidad de partos previos.

Actividad 2: Determinación de los pesos de los criterios

La actividad emplea un enfoque multiexperto para la determinación de los vectores de pesos asociados a los indicadores para evaluar la incidencia de los factores de riesgo maternos. La actividad representa la base para el procesamiento de las inferencias. La tabla 3 muestra el resultado de los vectores de pesos atribuidos a los criterios.

Tabla 3: Pesos asociados a los criterios para evaluar la incidencia de los factores de riesgo maternos.

Criterios evaluativos	Pesos neutrosófico asociados
C_1	(1,0,0)
C_2	(0.8,0,15,0.20)
C_3	(0.9, 0.1, 0.1)
C_4	(1,0,0)

Actividad 3: Evaluación de los criterios sobre la incidencia de los factores de riesgo maternos

Para obtener los resultados a partir de los métodos propuestos se hace uso de la Neutrosofía y en particular de la escala lingüística, S, $v_{kj} \in S$, donde; $S=\{s_1,\ldots,s_g\}$, es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características c_k utilizando los números Neutrosóficos de Valor Único (SVN), para el análisis de los términos lingüísticos resultantes. La escala de términos lingüísticos a utilizar se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Escala de términos lingüísticos.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente alta (EA)	(1,0,0)
Muy muy alta (MMA)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy alta (MA)	(0.8,0,15,0.20)
Alta (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente alta (MDA)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente baja (MDB)	(0.40,0.65,0.60)
Baja (MB)	(0.30,0.75,0.70)
Muy baja (MB)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy baja (MMB)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente baja (EB)	(0,1,1)

Basado en los resultados obtenidos, se utiliza la neutrosofía para la evaluación de los criterios sobre la incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR. El análisis se realiza a partir de la escala de términos lingüísticos y los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Determinación de las preferencias sobre los criterios de incidencia de los factores de riesgo maternos.

Criterios evaluativos	Etiqueta Lingüística	Valor Neutrosófico
C_1	Muy muy alta (MMA)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_2	Muy alta (MA)	(1,0,0)
C_3	Muy muy alta (MMA)	(1,0,0)
C_4	Medianamente alta (MDA)	(0.8,0,15,0.20)

A partir de la Ponderación Lineal Neutrosófica propuesta para el método, se realiza el cálculo para la evaluación neutrosófica sobre la incidencia de los factores de riesgo maternos. La tabla 6 nuestra los datos y el resultado del procesamiento a partir del cálculo de la ecuación 3.

Tabla 6: Resultados del procesamiento.

Criterios evaluativos	Valor neutrosófico de preferencia	Vector de peso neutrosófico	Cálculo
C_1	(0.9, 0.1, 0.1)	(1,0,0)	(0.95, 0.1, 0.1)
C_2	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_3	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.95, 0.1, 0.1)
C_4	(0.9, 0.1, 0.1)	(1,0,0)	(0.9, 0.1, 0.1)
Inferencia			(0.92, 0.1, 0.1)

A partir de la inferencia obtenida se concluye que la evaluación neutrosófica sobre la incidencia de los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del APGAR, para el caso de estudio propuesto se encuentra valorada como Muy muy alta (MMA).

4. Discusión

La detección e identificación del manejo apropiado de los factores de riesgo maternos son esenciales para garantizar una gestación óptima y un buen comienzo de vida para el neonato. En este contexto, la vigilancia prenatal temprana, la adopción de conductas y hábitos saludables, así como el acceso a servicios sanitarios de calidad,

resultan fundamentales para mitigar el impacto adverso que estos factores pueden tener durante el embarazo.

Cabe destacar que, aunque existen numerosos factores de riesgo que pueden afectar el embarazo, el test de APGAR se centra en evaluar la salud del bebé tras su nacimiento. Este test examina aspectos clave como el color de la piel, los latidos cardíacos, los reflejos, el tono muscular y la respiración. El puntaje que se obtiene no sólo indica la condición del recién nacido en el momento del parto, sino que también proporciona información sobre su capacidad para adaptarse a la vida fuera del útero, clasificándolo como gravemente deprimido, moderadamente deprimido o en buenas condiciones. [27, 28]

La finalización del análisis utilizando el método neutrosófico concluyó con una evaluación calificada de "Muy Muy alta", lo que sugiere que el manejo de los factores de riesgo maternos está altamente correlacionado con resultados favorables en los parámetros del APGAR. Esto implica que la implementación de estrategias eficaces de detección y manejo de riesgos puede traducirse en mejores puntuaciones en el test, lo que a su vez se relaciona con una mayor probabilidad de salud y bienestar para el neonato. [32, 33, 34]

No obstante, es crucial recordar que, aunque el test de APGAR es una herramienta esencial para evaluar la salud neonatal y facilitar decisiones oportunas sobre la atención médica del recién nacido, su simplicidad y rapidez no deben subestimar su propósito. El APGAR no constituye un diagnóstico definitivo; más bien, debe ser complementado con una evaluación médica integral del bebé para asegurar que cualquier problema potencial sea identificado y tratado adecuadamente. Es así que, la combinación de un manejo eficaz de los factores de riesgo maternos junto con una evaluación médica exhaustiva puede contribuir significativamente a mejorar los resultados de salud tanto para las madres como para sus recién nacidos.

5 Conclusión

La investigación realizada sobre los factores de riesgo maternos que influyen en los parámetros del test de APGAR, mediante la aplicación del método neutrosófico, reveló relaciones significativas entre la gestión de dichos riesgos y las puntuaciones obtenidas en el test. Se ha evidenciado que una vigilancia prenatal efectivamente implementada y la adopción de hábitos saludables son fundamentales para mejorar la salud neonatal y facilitar la transición del bebé a la vida extrauterina.

Los resultados subrayan la necesidad crítica de establecer programas de vigilancia prenatal temprana, ya que las madres que recibieron atención adecuada y oportuna presentaron menos factores de riesgo, lo que se tradujo en mejores resultados en el APGAR. Además, se enfatiza la importancia de abordar los aspectos socioeconómicos y de salud mental como parte integral del cuidado prenatal, ya que mejorar el acceso a servicios de calidad y al apoyo social puede reducir la incidencia de riesgos que afectan el embarazo.

Aunque el test de APGAR se ha demostrado como una herramienta efectiva para evaluar la salud del recién nacido, es esencial complementarlo con una evaluación médica más completa, ya que un alto puntaje en el test no debe interpretarse de manera aislada; se requiere una valoración exhaustiva para identificar posibles problemas subyacentes.

La implementación del método neutrosófico proporcionó un análisis holístico de los factores de riesgo, contribuyendo al conocimiento en el área de salud materno-infantil y ofreciendo una base sólida para el desarrollo de estrategias proactivas que aseguren una gestación saludable y un buen comienzo en la vida del neonato.

Referencias

[1] R. K. Ertmann, C. W. Bang, M. Kriegbaum, M. S. Væver, J. Kragstrup, V. Siersma, P. Wilson, M. C. Lutterodt, and J. Smith-Nielsen, "What factors are most important for the development of the maternal–fetal relationship? A prospective study among pregnant women in Danish general practice," *BMC psychology,* vol. 9, pp. 1-9, 2021.

[2] A. Alves, J. Cecatti, and R. Souza, "Resilience and stress during pregnancy: a comprehensive multidimensional approach in maternal and perinatal health," *The Scientific World Journal,* vol. 2021, no. 1, pp. 9512854, 2021.

[3] C. Gamberini, F. Angeli, and E. Ambrosino, "Exploring solutions to improve antenatal care in resource-limited settings: an expert consultation," *BMC Pregnancy and Childbirth,* vol. 22, no. 1, pp. 449, 2022.

[4] E. Koech, "Investigation of the underlying, modifiable and non-modifiable risk factors for gestational diabetes among women living in Cape Town," 2023.

[5] R. Klokk, K. S. Bakken, T. Markestad, and M. N. Holten-Andersen, "Modifiable and non-modifiable risk factors for obstetric anal sphincter injury in a Norwegian Region: a case–control study," *BMC Pregnancy and Childbirth,* vol. 22, no. 1, pp. 277, 2022.

[6] C. Anderson, A. B. Smitherman, S. M. Engel, and H. B. Nichols, "Modifiable and non-modifiable risk factors for preterm delivery among adolescent and young adult cancer survivors," *Cancer Causes & Control,* vol. 29, pp. 289-295, 2018.

[7] S. Chen, E. Liao, D. Cao, Y. Gao, G. Sun, and Y. Shao, "Clinical analysis of pregnant women with 2019 novel coronavirus pneumonia," *Journal of medical virology,* vol. 92, no. 9, pp. 1556-1561, 2020.

[8] 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.

[9] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
[10] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.
[11] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.
[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] 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.
[15] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.
[16] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.
[17] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
[18] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
[19] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[20] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vasquez, and N. B. Hernández, "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 204, 2020.
[21] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.
[22] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.
[23] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
[24] 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.
[25] 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.
[26] 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.
[27] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024
[28] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., & Peña, K. A. "El papel del docente en el proceso de titulación de estudiantes de Derecho: un enfoque cuantitativo y cualitativo en UNIANDES Babahoyo". Revista Conrado, vol. 19 núm. S2, pp 338-345, 2023.
[29] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.
[30] Oleas Tapia, C. A. "Las causas de alimentos no resueltas por falta de impulso procesal y la vulneración del derecho a la defensa del alimentante en el cantón Riobamba periodo enero-diciembre 2020". (Master's thesis), 2022.
[31] Ballesteros Jordan, D. R. "Vulneración del derecho a la reparación integral por la aplicación del artículo 19 de la ley orgánica de garantías jurisdiccionales y control constitucional en la provincia de Tungurahua periodo 2020-2021" (Master's thesis), 2022.
[32] Domitila Elizabeth, G. A. "Dosimetría penal: arbitrariedad normativa y práctica en el cantón Latacunga, año 2021" (Master's thesis), 2022.
[33] Morales Pilataxi, H. P. "La autodeterminación, soberanía y libertad personal de la mujer frente al aborto, Ambato, 2021" (Master's thesis), 2022.
[34] Bonilla Troya, M. R. "La mediación penal y el nuevo modelo de justicia restaurativa en la ciudad de Latacunga en relación con el derecho comparado" (Master's thesis), 2022.

Recibido: 6 de octubre de 2024. Aceptada: 5 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método Neutrosófico multicriterio para estimar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, Caso Spike

Neutrosophic multi-criteria method to estimate the impact of the judgment N. 17297-2022-02100, Spike Case

Andrea Katherine Bucaram Caicedo[1], Santiago Fernando Fiallos Bonilla[2], Lizardo Emmanuel Chasing Zuleta[3] and Vicente Gabriel Escobar Verdezoto[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.santiagofiallos@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.andreabucaram@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; lizardoecz24@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; da.vicentegev47@uniandes.edu.ec

Resumen. En este trabajo investigativo se analiza la sentencia del caso Spike, el cual se erige como un hito en la jurisprudencia ecuatoriana al marcar el cambio de paradigma en el tratamiento legal del maltrato animal. Este artículo examina detalladamente los medios de prueba, especialmente los videos y testimonios presentados durante el juicio ya que los mismos fueron parte fundamental para la tipificación del maltrato animal como delito con sanciones de prisión. El objetivo de la investigación es desarrollar un método neutrosófico multicriterio para estimar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, Caso Spike en Ecuador.

Palabras Claves: método neutrosófico multicriterio, Caso Spike, maltrato animal.

Abstract. This research paper analyzes the Spike case ruling, which stands as a milestone in Ecuadorian jurisprudence by marking the paradigm shift in the legal treatment of animal abuse. This article examines in detail the evidence, especially the videos and testimonies presented during the trial since they were a fundamental part of the classification of animal abuse as a crime with prison sentences. The objective of the research is to develop a multi-criteria neutrosophic method to estimate the impact of ruling No. 17297-2022-02100, Spike Case in Ecuador.

Keywords: multi-criteria neutrosophic method, Spike Case, animal abuse.

1 Introducción

El maltrato animal, incluso en el contexto de la fauna urbana, representa una grave vulneración de los derechos de los animales, por lo cual, debe ser abordado con firmeza desde una perspectiva legal. La normativa vinculada con el bienestar de los animales debe ser robusta y efectiva, garantizando la protección de sus derechos, independientemente de si son animales domésticos o salvajes que coexisten en entornos urbanos.

En el caso específico de la fauna urbana, es esencial que la legislación aborde no solo el maltrato evidente, como la violencia física, sino también otras formas de abuso, como la destrucción de hábitats naturales, la contaminación ambiental y la falta de acceso a recursos alimenticios adecuados [1]. El enfoque legal debería incluir medidas preventivas, sanciones proporcionadas y programas educativos para fomentar la coexistencia armoniosa entre humanos y fauna urbana. La penalización del maltrato animal debe ser disuasoria y ejemplar, enviando un mensaje claro de que la sociedad no tolerará el abuso hacia los seres vivos, independientemente de su especie. Además, es crucial establecer protocolos para la atención y rescate de animales maltratados, así como para su rehabilitación y reintegración en casos pertinentes. Los servicios de control y gestión de fauna urbana deben estar

respaldados por políticas éticas y humanitarias que respeten el derecho de los animales a vivir en un entorno libre de sufrimiento innecesario [1, 27].

La legislación relacionada con el maltrato animal de la fauna urbana debe ser integral, considerando no solo los aspectos evidentes de crueldad, sino también las diversas formas de abuso que pueden surgir en entornos urbanos. La sociedad tiene la responsabilidad ética y legal de garantizar el bienestar de la fauna urbana, reconociendo y respetando sus derechos como seres sintientes que comparten el mismo espacio vital con los seres humanos.

Por tales motivos hay que reconocer que existen desconocimientos acerca de los procesos que puede realizar una persona al encontrarse en una situación como la que vivió el perrito Spike en los cuales por ser una audiencia en la que no existían precedentes o historial de era un campo desconocido en el cual tocaba explorarlo poco a poco uno de los principales puntos más llamativos en la audiencia fueron las pruebas presentadas por fiscalía para armar y sustentar el caso [2]

El principal problema es la carencia de información y soluciones existentes para prevenir y precautelar el maltrato animal, por lo que se desarrollara este tema empezando por posibles soluciones que deberían tomar en cuenta con la finalidad de que más avance la investigación se analice medios de prueba que pueden ser utilizados en caso de que las recomendaciones siguientes no sean eficaces por lo que es esencial implementar una combinación de medidas legislativas, educativas y de aplicación. Aquí hay algunas sugerencias de medidas integrales:

En relación a la legislación y sanciones rigurosas, establecer leyes claras y específicas que prohíban el maltrato animal en todas sus formas. Imponer sanciones proporcionadas y disuasorias para infracciones, con penalidades más severas para casos graves. Actualizar y mejorar constantemente las leyes para abordar nuevas formas de maltrato y garantizar la protección de todos los animales [3, 28]. Por otro lado, educación y concienciación, implementar programas educativos desde temprana edad para fomentar el respeto hacia los animales y la importancia de su bienestar. Sensibilizar a la comunidad sobre las necesidades y derechos de los animales, promoviendo la empatía y la responsabilidad [4, 26].

El objetivo de la investigación es desarrollar un método neutrosófico multicriterio para estimar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, Caso Spike en Ecuador.

2 Materiales y métodos

La presente sección describe el funcionamiento del método neutrosófico multicriterio para determinar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, Caso Spike en Ecuador. El método basa su funcionamiento a partir de la lógica neutrosófica para representar la incertidumbre mediante la utilización de operadores para la agregación de información. La figura 1 muestra un esquema general del método propuesto.

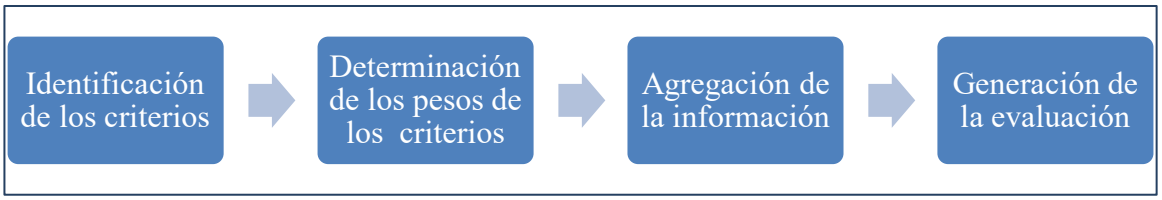


Figura 1: Esquema general del método propuesto.

El método propuesto está diseñado para garantizar la gestión del flujo de trabajo sobre la determinación del impacto que tuvo la sentencia N. 17297-2022-02100 en la jurisprudencia ecuatoriana y en la percepción pública sobre el maltrato animal. A través de un enfoque neutrosófico multicriterio, se busca evaluar diversos factores, como la efectividad de las sanciones impuestas, el cambio en la consideración social hacia los animales y la implementación de políticas públicas en pro del bienestar animal. Este método permite integrar y analizar diferentes tipos de datos, tales como la evolución en la cantidad de denuncias por maltrato, el incremento en la atención hacia el bienestar animal en las autoridades correspondientes, y la respuesta de la ciudadanía ante estos casos. Al hacerlo, se logrará no solo cuantificar el impacto legal de la sentencia, sino también comprender sus implicancias en la conciencia social, contribuyendo así a un marco normativo más robusto y eficaz que enfrente el maltrato animal de manera efectiva. La aplicación de este método brindará herramientas prácticas para la formulación de políticas y programas que fortalezcan la protección de los derechos de los animales en el país. [29]

Se emplea un enfoque multicriterio multiexperto donde a partir de indicadores evaluativos se definen la base sobre la cual se realiza la inferencia. Posee una etapa de procesamiento que realiza el análisis matemático de la solución y por último se generan las evaluaciones del impacto del caso Spike, como parámetro de salida del método.

El proceso para determinar el impacto del caso Spike está formado por cuatro actividades básicas:

1. Definición de los indicadores evaluativos.
2. Determinación de los pesos asociados a los indicadores.

3. Agregación de las informaciones.
4. Generación de las evaluaciones.

A continuación se describen cada una de las actividades definidas:

Actividad 1 Definición de los criterios evaluativos:

La actividad de determinación de los criterios evaluativos utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Consiste en obtener los criterios evaluativos para para estimar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, Caso Spike, a partir de la opinión de expertos que intervienen en el proceso. Se recomienda convocar y reunir entre 5 y 7 expertos que participen en el proceso.

Actividad 2 Determinación de los pesos asociados a los criterios:

A partir de los criterios obtenidos en la actividad anterior, se procede a realizar la valoración de estos para determinar los pesos asociados a cada vector. Se emplea la utilización de los expertos en el proceso como parte del desarrollo de la actividad propuesta.

Actividad 3 Agregación de las informaciones:

La agregación de información es la actividad más importante del método, representa un mecanismo utilizado en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, para la evaluación o decisión, consiste en la transformación de un conjunto de datos (conjunto difuso) en un único elemento [5], [6], [30].

Definición 1: Operador T-norma. Un operador $T: [0,1] * [0,1] \rightarrow [0,1]$ es un operador T-norma si cumple las siguientes propiedades:

1. Conmutativa $T(x,y) = T(y,x)$.
2. Asociativa $T(x,T(y,z) = T(T(x,y),Z)$.
3. Monótono creciente $T(x,y) > T(x,y)$ si $x \geq x' \cap y \geq y'$.
4. Elemento neutro $T(x,1) = x$.

Los operadores de agregación de información Suma Ponderada Ordenada (OWA) permiten la agregación de información de acuerdo a parámetros predefinidos, obteniéndose un valor representativo. Un decisor puede agregar la información en función del grado de optimismo o pesimismo deseado [7-10] .

Definición 2: Operador OWA. Una función $F: R^n \rightarrow R$, es un operador OWA de dimensión n si tiene un vector asociado W de dimensión n tal que sus componentes satisfagan [11]:

1) $W_j \in [0,1]$,
2) $\sum_{j=1}^{n} W_j = 1$, y
3) $F(a_1, a_2, , , a_n) = \sum_{j=1}^{n} W_j b_j$

Donde b_j es el J-ésimo más grande de los a_j.

Se puede expresar el operador agregación mediante una notación vectorial tal como se representa en la ecuación 1:

$$F(a_1, a_2 .. a_n) = W^t B \quad (1)$$

Donde:

W: es el vector OWA de peso asociado con la agregación.

B: es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es b_j siendo este el j-ésimo más grande de los a_i.

Los números neutrosóficos se pueden expresar en la lógica neutrosófica como se muestra en [12], [13], [14, 26]:

Sean

$N = \{(T,I,F) : T,I,F \subseteq [0,1]\}n$,

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene [15], [16], [17]:

$$v(p) = (T,I,F) \quad (2)$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que repesenta la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un operador OWA Neutrosófico como una 2-tupla (W,B) tal como representa la ecuación 3.

$$F(a_1, a_2..a_n) = W_{(T,I,F)}{}^{t}B_{(T,I,F)} \quad (3)$$

Donde:

W: es el vector OWA de peso asociado con la agregación que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

B: es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es b_j siendo este el j-ésimo más grande de los a_i, que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) [18-20]

El método propuesto basa el proceso de agregación mediante el operador OWA para números neutrosóficos [21, 26, 27].

Actividad 4 Generación de las evaluaciones:

Una vez agregada la información, se obtiene como resultado las evaluaciones derivadas del proceso, las cuales representan las informaciones de salida del método para estimar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, Caso Spike en Ecuador.

3 Resultados y discusión

La presente sección describe la implementación del método neutrosófico propuesto. El estudio se realiza para estimar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100 en la jurisprudencia ecuatoriana y en la percepción pública sobre el maltrato animal. A continuación se describen los principales elementos del método implementado.

Actividad 1: definición de los criterios evaluativos.

Durante el proceso de obtención de información para la definición de los criterios evaluativos, se obtuvo como resultado un total de 5 criterios. La Tabla 1 muestra los criterios obtenidos.

Tabla 1: Criterios evaluativos.

ID	Criterio	Descripción
C_1	Cambio en la legislación y regulaciones	Evaluar si la sentencia ha llevado a la creación o modificación de normativas y regulaciones relacionadas con el maltrato animal, analizando la implementación de nuevos marcos legales que fortalezcan la protección de los animales y establezcan sanciones más severas.
C_2	Número de denuncias y sanciones:	Medir la variación en el número de denuncias de maltrato animal presentadas ante las autoridades antes y después de la sentencia, así como el seguimiento y cumplimiento de las sanciones impuestas. Este criterio permitirá determinar si ha habido un aumento en la conciencia pública y en la disposición de los ciudadanos a reportar casos de maltrato.
C_3	Percepción social sobre el maltrato animal	Realizar encuestas o estudios de opinión pública para evaluar cómo ha cambiado la percepción de la ciudadanía respecto al maltrato animal desde la sentencia. Esto puede incluir actitudes hacia la tenencia responsable de mascotas, el respeto a los derechos de los animales y la disposición a involucrarse en la lucha contra el maltrato.
C_4	Educación y concienciación	Examinar el impacto de programas educativos y campañas de sensibilización sobre el maltrato animal llevadas a cabo por instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales en respuesta a la sentencia. Este criterio permitirá apreciar si ha habido un aumento en la información y educación sobre el bienestar animal.
C_5	Efectividad en la aplicación de la justicia	Evaluar la respuesta del sistema judicial y de las autoridades competentes ante casos de maltrato animal posteriores a la sentencia, analizando la rapidez y efectividad en la tramitación de estos casos. Este criterio es crucial para determinar si la sentencia ha influido positivamente en la eficiencia del sistema judicial al abordar el maltrato animal.

Actividad 2 determinación de los pesos asociados a los criterios:

Con el empleo de un enfoque mutiexperto, se determinan los pesos atribuidos a cada criterio. Para el proceso se consultaron cinco expertos los cuales emitieron sus valoraciones. Como resultado final se obtuvieron los vectores de pesos asociados a cada criterio. La tabla 2 muestra los resultados obtenido después de la agregación de los resultados emitidos por los expertos.

Tabla 2: Vectores de pesos asociados a los criterios evaluativos.

Criterio	W (T, I, F)
C_1	[1, 0.15,0.10]
C_2	[0.95, 0.15,0.10]
C_3	[1, 0.15,0.10]
C_4	[0.95, 0.25,0.10]
C_5	[0.95, 0.25,0.15]

Actividad 3 agregación de las informaciones:

A partir del procesamiento que se realiza de entre los vectores de pesos asociados de los criterios y las preferecias obtenidas de la institución utilizada en el caso de estudio, se realiza el proceso de agregación de información a partir de lo expresado en la ecuación 3. Para el proceso de agregación se realiza un ordenamiento de los indicadores evaluativos. La tabla 3 presenta el resultado de los valores obtenidos durante el proceso de agregación.

Tabla 3: Resultado del proceso de agregación.

Criterio	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[1, 0.15,0.10]	[1, 0.10,0.15]	[1, 0.10,0.15]
C_2	[0.95, 0.15,0.10]	[1, 0.15,0.10]	[0.97, 0.15,0.10]
C_3	[1, 0.15,0.10]	[1, 0.15,0.10]	[1, 0.10,0.15]
C_4	[0.95, 0.25,0.10]	[0.95, 0.25,0.10]	[0.95, 0.15,0.10]
C_5	[0.95, 0.25,0.15]	[0.95, 0.25,0.15]	[0,95, 0.15,0.15]
Index			[0,93, 0.15,0.15]

Actividad 4 generación de las evaluaciones:

A partir de la implementación del método neutrosófico multicriterio para estimar el impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, se genera la evaluación donde se identifica que el índice de impacto del caso Spike es de un 0.93, representando un alto índice de impacto sobre la jurisprudencia ecuatoriana y en la percepción pública sobre el maltrato animal.

4 Discusiones

En el caso Spike, las pruebas presentadas son videos que estuvieron circulado en las redes sociales en el cual una señora ahorcaba y terminaba con la vida del perrito llamado Spike es relevante esta información porque dicha información ya no podía usar como medio de prueba por la viralización que tuvo el video por lo que se tuvo que describir textualmente lo que sucedía en el video para que este tenga validez no obstante existía otro video el cual no fue subido a redes sociales por el cual se presentó como medio de prueba fundamental para que el caso Spike tome un rumbo histórico a lo que nos lleva a cuestionarnos lo siguiente [1, 31].

Por otro lado, haciendo referencia a la manera en la que el uso legal y la valoración judicial de los medios de prueba en la sentencia N. 17297-2022-02100 del caso Spike, relacionado con el maltrato y muerte de un animal, han contribuido al desarrollo y la evolución del derecho probatorio en casos de maltrato animal, se puede decir que Como se enfatizó en un principio esta sentencia cuenta como un precedente histórico pues demuestra como el caso Spike es un hito esencial en la jurisprudencia del maltrato animal puesto es algo histórico en el Ecuador. Esta Querella que se presentó en contra de la señora María Blanca Colcha Pálate por el delito que se encuentra tipificado en el artículo 250.1 Del Código Orgánico Integral Penal nos abre la puerta a que en casos futuros existan sentencias favorables como lo es esta. Esta sentencia de este caso en específico estableció un precedente importante en lo que respecta al derecho probatorio en casos netos de maltrato animal. Demostrando de esta manera que la ley puede ser aplicada de manera efectiva para proteger los derechos de los animales y de una u otra manera poder castigar a las personas que los maltraten [22, 26].

Es decir ya esclarecieron que en términos generales la manera en la que se puede probar los hechos en casos de maltrato animal puede ser testimonios de personas que atestiguaron el hecho informes de veterinarios que revisaron las causas de muertes es decir peritos en el tema pruebas de ADN con la finalidad de encontrar indicios de la persona causante del delito en este marco ingresan lo que son videos y fotografías de cómo se consumó el acto entre otros muchos factores que podrían servir como prueba y claro aquí entra de los factores más importantes que es la valoración de la prueba que es un factor importante para determinar la culpabilidad o inocencia de la persona acusada [23, 32].

Es preciso señalar que el bien jurídico protegido en el delito de maltrato animal es la integridad física y psíquica del animal afectado, por lo mismo, cualquier prueba que pueda demostrar el daño a esta integridad del animal puede ser crucial y fundamental para el caso. En una breve síntesis este caso ha contribuido al desarrollo y la evolución del derecho probatorio en casos de maltrato animal al enfatizar con esta sentencia de que la ley debe ser aplicada con la finalidad de precautelar y proteger los derechos de los animales resaltando de una manera exacta la importancia de la recopilación adecuada y presentación efectiva de las pruebas en estos casos de los animalitos. [33]

Además, la valoración judicial de los medios de prueba en este caso específico ha influido en la interpretación y aplicación de normas relacionadas con maltrato animal, incluyendo las normativas de protección animal y aquellas relacionadas con sus derechos, puesto a que nos ha demostrado de una manera un poco difícil de entender que los actos de crueldad de parte de las personas a los animales pueden ser castigados pues anteriormente en ecuador esto no tenía ningún sentido puesto que simplemente lo tomaban como una sanción administrativa y lo dejaban pasar como si nada la diferencia de hoy es que ahora pueden ser castigados de una manera severa su realizas estos actos de crueldad. En términos de normativa en lo que refiere a la protección de animales el Ecuador realizo avances importantes.

En el año 2019 se aprobó una reforma penal la cual fortalece significativamente el papel de derecho penal en la materia del bienestar animal es decir esto incluyo tipificación de conductas atentatorias hacia el maltrato animal y estableció penas de privación de la libertad para aquellos que maltraten o maten a los animales [24]. En lo que respecta a los derechos de los animalitos, la Constitución del Ecuador reconoce los derechos de la naturaleza y de los animales la cual promueve la perspectiva de equilibrio y convivencia entre los animalitos y los seres humanos, sin embargo, a pesar de estos avances no existe alguna ley de protección de los animales en el ecuador específica para ciertos casos la realidad es que en la actualidad es un tema muy poco tocado y muy poco protegido.

Enfatizando de esta manera que el caso Spike nos ha servido como una guía para resaltar la importancia y la falta que nos hace aplicar estas normativas y ha impulsado cambios drásticos y legales y sobre todo sociales porque el impacto más grande que dio ese caso y por el cual se tomó en cuenta es por el impacto social que tuvo el cual nos demostró que la necesidad de una mayor protección legal para los animalitos es un tema urgente y nos resaltó la importancia de la aplicación efectiva de leyes ya existentes claro en este sentido la importancia de la valoración de los medios de prueba jugo un papel fundamental para la interpretación y aplicación de la ley relacionada con los animales.

Por último, haciendo relación a un futuro y tomando el caso Spike como precedente histórico jurisprudencial, Esta sentencia ha establecido precedentes legales eh importantes al ser la primera vez en el Ecuador que se aplica el artículo 250.1 de la última reforma del Código Orgánico Integral Penal el cual establece que “la persona que mate a un animal que forma parte de la fauna urbana será sancionada con una pena privativa de la libertad de seis meses a un año y si el acto se lo consuma con crueldad será de un año a tres años”. En términos de la evolución del derecho probatorio en casos de maltrato animal, la sentencia del caso Spike ha demostrado la importancia de la recopilación y presentación efectiva de pruebas. La evidencia presentada en este caso, que incluía testimonios de testigos e informes veterinarios, fue crucial para obtener una condena [25].

Además, esta sentencia ha resaltado la necesidad de una mayor protección legal para los animales y ha demostrado que la ley puede y debe ser aplicada para proteger los derechos de los animales. Como resultado, este caso ha impulsado cambios legales y sociales en Ecuador que ha influido en la interpretación de la norma de maltrato animal y su aplicación.

5 Conclusión

Los resultados del método neutrosófico destacan el significativo impacto de la sentencia N. 17297-2022-02100, Caso Spike, en la jurisprudencia ecuatoriana y en la percepción pública sobre el maltrato animal. La implementación del método neutrosófico multicriterio ha permitido establecer un índice de impacto de 0.93, lo que evidencia una fuerte repercusión en la forma en que se aborda este tema en el país. Este caso ha funcionado como un catalizador para resaltar la urgencia de aplicar normativas de protección animal y ha impulsado cambios tanto legales como sociales.

El caso Spike ha subrayado la necesidad de otorgar mayor protección legal a los animales, poniendo en evidencia las deficiencias existentes en la aplicación de las leyes actuales. La valoración de los medios de prueba, incluidos testimonios y evidencias veterinarias, resultó ser un factor determinante en la interpretación y aplicación del artículo 250.1 del Código Orgánico Integral Penal, estableciendo un precedente crucial en el tratamiento del maltrato animal en Ecuador.

Asimismo, la sentencia ha marcado un hito en la evolución del derecho probatorio en estos casos, enfatizando la importancia de la recopilación y presentación de pruebas efectivas para garantizar justicia. Al ser la primera vez que se aplica esta norma, el caso Spike ha sentado bases legales que pueden ser referencia para futuros casos de maltrato animal, lo que representa un avance significativo en la protección de los derechos de los animales.

En definitiva, el impacto social del Caso Spike ha sido considerable, generando conciencia sobre la necesidad de un mayor compromiso desde las instituciones y la sociedad en la protección de la fauna urbana. Este precedente histórico no solo mejora la interpretación de la norma, sino que también establece un camino hacia una legalidad más robusta y efectiva en materia de bienestar animal en Ecuador.

Referencias

[1] B. C. Peñaherrera. "Sentencia histórica: Mujer que ahorcó al perro Spayk estará 3 años en la cárcel.," https://www.expreso.ec/quito/condenan-tres-anos-mujer-mato-perrito-husky-siberiano-171519.html.

[2] A. Salazar, "Condenan a tres años de prisión a mujer implicada en asesinato de perro Spayk, en Quito.," *El Universo*, 2023.

[3] E. N. Moreno Carrera, "La protección de la fauna urbana y el procedimiento administrativo de los gobiernos autónomos descentralizados," Universidad Tècnica de Ambato, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias 2024.

[4] G. C. Caycedo, *Historias humanas perros y gatos*: Grupo Sin Fronteras SAS, 2022.

[5] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[6] J. M. Merigó, D. Palacios-Marqués, and P. Soto-Acosta, "Distance measures, weighted averages, OWA operators and Bonferroni means," *Applied Soft Computing,* vol. 50, pp. 356-366, 2017.

[7] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.

[8] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.

[9] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.

[10] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[11] R. R. Yager, "OWA aggregation with an uncertainty over the arguments," *Information Fusion,* vol. 52, pp. 206-212, 2019.

[12] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[13] Y. Wang, and Y. Deng, "OWA aggregation of multi-criteria with mixed uncertain fuzzy satisfactions," *arXiv preprint arXiv:1901.09784*, 2019.

[14] M. M. G. Lorenzo, and R. E. B. Pérez, "A model and its different applications to case-based reasoning," *Knowledge-based systems,* vol. 9, no. 7, pp. 465-473, 1996.

[15] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.

[16] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[17] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[18] 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.

[19] 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.

[20] 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.

[21] 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.
[22] M. L. Fuentes, "Los derechos de los animales: una aproximación a los Derechos de la Naturaleza en el Ecuador." pp. 0078-97.
[23] V. Morales Naranjo, "Deconstruir la cultura taurina en Ecuador para construir los derechos de los animales," *Foro: Revista de Derecho*, no. 34, pp. 192-211, 2020.
[24] A. N. Arias Benavides, and J. A. Etcheverry Carrera, "Bien jurídico protegido en los delitos contra el ambiente y la naturaleza," *Foro: Revista de Derecho*, no. 41, pp. 129-147, 2024.
[25] D. D. Córdova Mayorga, "Campaña social para la concientización del bienestar animal en beneficio de la Fundación Paquito, en Ambato," 2024.
[26] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024
[27] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., & Albán, T. D. B. "Análisis del rendimiento académico estudiantil en función de la calidad del proceso de enseñanza y la experiencia de clase". Revista Conrado, vol. 19 núm. 93, pp 304-313, 2023
[28] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.
[29] Oleas Tapia, C. A. "Las causas de alimentos no resueltas por falta de impulso procesal y la vulneración del derecho a la defensa del alimentante en el cantón Riobamba periodo enero-diciembre 2020". (Master's thesis), 2022.
[30] Ballesteros Jordan, D. R. "Vulneración del derecho a la reparación integral por la aplicación del artículo 19 de la ley orgánica de garantías jurisdiccionales y control constitucional en la provincia de Tungurahua periodo 2020-2021" (Master's thesis), 2022.
[31] Domitila Elizabeth, G. A. "Dosimetría penal: arbitrariedad normativa y práctica en el cantón Latacunga, año 2021" (Master's thesis), 2022.
[32] Morales Pilataxi, H. P. "La autodeterminación, soberanía y libertad personal de la mujer frente al aborto, Ambato, 2021" (Master's thesis), 2022.
[33] Bonilla Troya, M. R. "La mediación penal y el nuevo modelo de justicia restaurativa en la ciudad de Latacunga en relación con el derecho comparado" (Master's thesis), 2022.

Recibido: 7 de octubre de 2024. Aceptada: 5 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato

Neutrosophic multicriteria method for the evaluation of the hidden reality of sex workers in Ambato's November 12 Park

Ylsy Thibisay Guevara García[1], Gabriela Patricia Guijarro Reinoso[2], and Félix Manuel Guerrero Quiñonez[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.ylsygg32@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.gabrielagr40@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, sede Ambato. Ecuador; ua.docentefmgq@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación propuso un Método Neutrosófico multicriterio para evaluar la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque12 de Noviembre de Ambato, en Ecuador. Esta población enfrenta múltiples desafíos, incluyendo el estigma social, la violencia, y la falta de acceso a servicios de salud y apoyo social. El uso de un enfoque neutrosófico permite abordar la complejidad de la realidad de estas trabajadoras, integrando variables cualitativas y cuantitativas para obtener una visión más holística y matizada de su situación. El método propuesto busca identificar y analizar diversos criterios relacionados con la salud, la seguridad, los derechos laborales y el bienestar emocional de las trabajadoras sexuales. Al integrar estas dimensiones, la investigación tiene la intención de revelar aspectos ocultos y a menudo ignorados de sus vidas, facilitando la comprensión de sus necesidades y vulnerabilidades. Esta evaluación no solo proporcionó información valiosa sobre las condiciones en las que operan estas trabajadoras, sino que también sirve de guía para la formulación de políticas más efectivas y la creación de programas de apoyo que aborden sus necesidades específicas. A través de este enfoque, se espera fomentar un diálogo más inclusivo y empático, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de estas mujeres y a reducir la discriminación y el estigma que enfrentan en la sociedad.

Palabras Claves: trabajadora sexual, prácticas sexuales, condiciones laborales, método neutrosófico multicriterio.

Abstract. The present research proposed a multi-criteria Neutrosophic Method to assess the hidden reality of sex workers in Parque 12 de Noviembre in Ambato, Ecuador. This population faces multiple challenges, including social stigma, violence, and lack of access to health services and social support. Using a Neutrosophic approach allows us to address the complexity of these workers' reality, integrating qualitative and quantitative variables to obtain a more holistic and nuanced view of their situation. The proposed method seeks to identify and analyze various criteria related to the health, safety, labor rights, and emotional well-being of sex workers. By integrating these dimensions, the research intends to reveal hidden and often ignored aspects of their lives, facilitating the understanding of their needs and vulnerabilities. This assessment not only provided valuable information about the conditions in which these workers operate, but also serves as a guide for the formulation of more effective policies and the creation of support programs that address their specific needs. Through this approach, it is hoped to foster a more inclusive and empathetic dialogue, thus contributing to improving the quality of life of these women and reducing the discrimination and stigma they face in society.

Keywords: Sex worker, Sexual practices, Working conditions, multicriteria neutrosophic method.

1 Introducción

Históricamente el recibir un beneficio económico para satisfacer la necesidad biológica sexual de un hombre se ha denominado como trabajo sexual y muchos lo señalan como el trabajo más "antiguo del mundo" como lo describe [1] es una manera de buscar el sustento para la familia sin delinquir. Sin embargo, en la actualidad se entiende la prostitución como un problema psicosocial y de salud pública como lo demuestra [2] en su artículo publicado en la revista de salud pública.

A nivel mundial, el trabajo sexual es un fenómeno que presenta múltiples dimensiones y desafíos. Las trabajadoras sexuales se enfrentan a una serie de problemas, que incluyen la estigmatización, la violencia, la explotación y el acceso limitado a servicios de salud y protección legal. La violencia es una constante en la vida de muchas trabajadoras sexuales, incluyendo violencia física, emocional y sexual por parte de clientes, proxenetas y autoridades.

En [3] informan que en países como Australia y países bajos donde la prostitución está legalizada ingresan aproximadamente 8 mil millones de dólares cada año. En Brazil, [4] describen que más de 500 mil mujeres y generalmente estas mujeres se encuentran en calles deambulando y parques en busca de su cliente y en Ecuador, [5] informa que existe cerca de 55 mil trabajadoras sexuales y con mayor prevalencia en la ciudad de Guayaquil. En [6] se advierte que en Canadá se necesita una estructura política que proteja a las trabajadoras sexuales del acoso, de la discriminación y del uso de drogas.

Además, [7] destaca como la violencia policial impactan la salud de las trabajadoras sexuales, destacando la relación entre la violencia institucional y el riesgo de VIH. En [8] se informa que las leyes y estigmas relacionados con el trabajo sexual afectan la salud de las trabajadoras sexuales, proponiendo la descriminalización como una solución potencial, sin tomar en cuenta que son seres humanas y están vulnerando sus derechos a un mejor empleo. Ecuador no escapa de la marginalización y estigmatización de estas mujeres, por lo que [9] indican en su estudio que esto afecta la salud mental y física en general de estas mujeres. Asimismo, proponen la implementación de políticas inclusivas y de sensibilización comunitaria.

En referencia a la condición socioeconómica de estas trabajadoras [10] examinan diversos contextos internacionales, subrayando que, aunque el trabajo sexual puede proporcionar ingresos significativos, las trabajadoras frecuentemente enfrentan precariedad económica, falta de seguridad laboral y acceso limitado a servicios de protección social. En [11] se centra en las vulnerabilidades económicas y sociales de las trabajadoras sexuales en Europa y América del Norte, demostrando que en todos los países las mujeres que se dedican al trabajo sexual, son pobres. En relación a la maternidad de las trabajadoras sexuales [12, 36] indica que un número considerable de trabajadoras sexuales son madres, lo que añade una capa de complejidad a su situación económica y social.

La maternidad se relaciona frecuentemente con mayores niveles de vulnerabilidad y menos opciones para dejar el trabajo sexual debido a la necesidad de sustento económico para sus hijos. El trabajo sexual en Ecuador no es legal, crean focos de violencia entre las mujeres, sus clientes y la policía, esto conlleva al desorden en la sociedad que quiere vivir en paz. Por otra parte, en Ecuador las trabajadoras sexuales específicamente en Guayaquil, afrontan abusos por parte de la policía y la falta de acceso a la justicia. Ellos han enfatizado la necesidad de reformas legales para proteger a estas mujeres. [37, 38]

Pérez y Sánchez en su trabajo publicado en el 2019 informan que estas trabajadoras sexuales también enfrentan barreras para el acceso al sistema de salud, por lo tanto, no son controladas en su parte ginecológica e infecciosa, creando esto un problema de salud pública. A pesar de generar ingresos, muchas trabajadoras sexuales viven en condiciones de pobreza debido a la inestabilidad laboral y la falta de acceso a servicios sociales y de salud, por lo que ellas son catalogadas como de muy bajos recursos económicos, por lo menos en países latinoamericanos. La precariedad económica y la falta de oportunidades laborales fuera del trabajo sexual, así como las estrategias de supervivencia que estas mujeres desarrollan en un contexto de marginalización, esto incide en su parte psicológica como baja autoestima, depresión y problemas de adicción.

El trabajo sexual en Ecuador desde la perspectiva de la economía informal, mostrando cómo la exclusión social y la falta de oportunidades laborales formales impulsan a muchas mujeres a entrar en el trabajo sexual. Esto subraya la necesidad de políticas públicas que aborden estas cuestiones estructurales para mejorar las condiciones socioeconómicas de las trabajadoras sexuales.

En [2] se analizan las barreras que enfrentan estas mujeres para acceder a servicios de salud en varias ciudades ecuatorianas, en los cuales muchas veces son maltratadas o indiscriminadas por el personal de salud. Las trabajadoras sexuales en Ambato operan en un contexto de alta vulnerabilidad. La estigmatización social y la discriminación son constantes, limitando su acceso a servicios básicos y su integración en la sociedad. A nivel local, los estudios previos han abordado la problemática de manera superficial, sin profundizar en las experiencias personales de los trabajadores ni en las dinámicas específicas del Parque 12 de Noviembre.

La investigación existente en el país tiende a enfocarse en aspectos legales y de salud pública, pero ha faltado una visión holística que incorpore la voz y las vivencias de las propias trabajadoras sexuales. Las trabajadoras sexuales en Ecuador también enfrentan desafíos significativos en términos de salud, especialmente en el acceso a

servicios de salud sexual y reproductiva. Es por esta razón se plantearon los siguientes objetivos en esta investigación.

2 Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales

El sistema propuesto está estructurado para soportar para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela los criterios la realidad oculta de las trabajadoras sexuales. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el contexto analizado (entradas, procesamiento y salidas).

Las entradas del sistema: representan el conjunto de trabajadoras sexuales a analizar, los síntomas, enfermedades asociadas a la transmisión sexual, las relaciones causales que poseen los síntoma y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.

El procesamiento del sistema: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia la realidad oculta de las trabajadoras sexuales.

Las salidas del sistema: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales.

El método para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato, está conformado por cinco actividades (identificación de los criterios, determinación de las relaciones causales, identificación de los pesos atribuidos a los criterios, determinación de las preferencias sobre los criterios y generación del diagnóstico) que son descritas a continuación.

Actividad 1 identificación de los criterios: La identificación de los criterios representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de criterios que representan la base de inferencia [13, 14, 35]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de realidades ocultas posibles.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de los criterios[15-17], [39]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas que se manifiestan. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

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]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [18], [19], [20], [21] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & W_{ij} & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j. C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte caulsalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a los criterios: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [22], [23, 35], [24]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifestación [25-27].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{1}$$

Actividad 4 identificaciones de las preferencias sobre los criterios: la identificación de los criterios evaluativos es la actividad que consiste en determinar cuáles realidades están presentes en las trabajadoras sexuales analizados. Para ello se entrevista a las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato [28-30]. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los síntomas.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del criterio (AS)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del criterio (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del criterio (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del criterio (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del criterio (AP)

Actividad 5 generación de la evaluación: el proceso del diagnóstico se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [31], los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{2}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación [32, 35] , [33, 40].

3. Implementación del método para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del método para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato.

Actividad 1 identificación de los criterios:

El proceso de selección de los criterios utiliza un enfoque multiexperto. Para determinar los criterios evaluativos, se utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de los criterios.

Nodo	Criterio	Descripción
C_1	Condiciones socioeconómicas y laborales	Contexto económico, ingresos, y las condiciones laborales de las trabajadoras sexuales, como la seguridad, estabilidad, y acceso a recursos básicos. Esto permite identificar las necesidades y vulnerabilidades que enfrentan en su trabajo.

Nodo	Criterio	Descripción
C_2	Acceso a servicios de salud y protección social	Acceso que tienen las trabajadoras sexuales a servicios de salud (física y mental), programas de prevención de enfermedades, atención médica y el grado de protección social, como acceso a servicios de seguridad social y programas de apoyo.
C_3	Violencia y riesgos en el entorno laboral	Nivel de exposición a violencia (física, psicológica, y sexual) en su entorno laboral, incluyendo abusos por parte de clientes, autoridades o personas en situación de calle, y las estrategias de protección o denuncia que emplean.
C_4	Estigma y discriminación social	Nivel en que el estigma asociado a su trabajo influye en su integración social, acceso a oportunidades, y el trato por parte de la comunidad y las autoridades. Percepción que tienen sobre su propio trabajo y cómo afecta su calidad de vida.
C_5	Apoyo institucional y acceso a derechos	Analizar el tipo y nivel de apoyo institucional disponible para estas trabajadoras (ONGs, programas estatales o locales), y si cuentan con garantías para ejercer sus derechos laborales, humanos y civiles, como el derecho a la dignidad y la no discriminación.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre las incidencias se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante.

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	[0, 0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.2]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[1,0,0]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	0.9, 0.1, 0.1]
C_3	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_4	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[1,0,0]
C_5	[0.8,0,15,0.2]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificaciones de los pesos atribuidos a los criterios:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), se obtiene el comportamiento del peso atribuido a los criterios. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a los criterios.

ID	Criterios	Peso
C_1	Condiciones socioeconómicas y laborales	[0.72,0.25,0.30]
C_2	Acceso a servicios de salud y protección social	[0.94, 0.1, 0.1]
C_3	Violencia y riesgos en el entorno laboral	[0.92, 0.1, 0.1]
C_4	Estigma y discriminación social	[0.8,0,15,0.2]
C_5	Apoyo institucional y acceso a derechos	[0.84,0,15,0.2]

Actividad 4 identificaciones de las preferencias de los criterios:

A partir de la entrevista a la trabajadora sexual se determinó el grado de preferencia que poseen los criterios mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa la trabajadora sexual objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a las realidades ocultas de la trabajadora sexual.

Trabajadora	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0.2]	[1,0,0]

Actividad 5 generaciones de la evaluación:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de las trabajadoras sexuales mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de las realidades ocultas y prevé la evolución de ellas en las trabajadoras estudiadas. La Figura 1 muestra el resultado de la simulación donde se muestran las realidades y su evolución. [41]

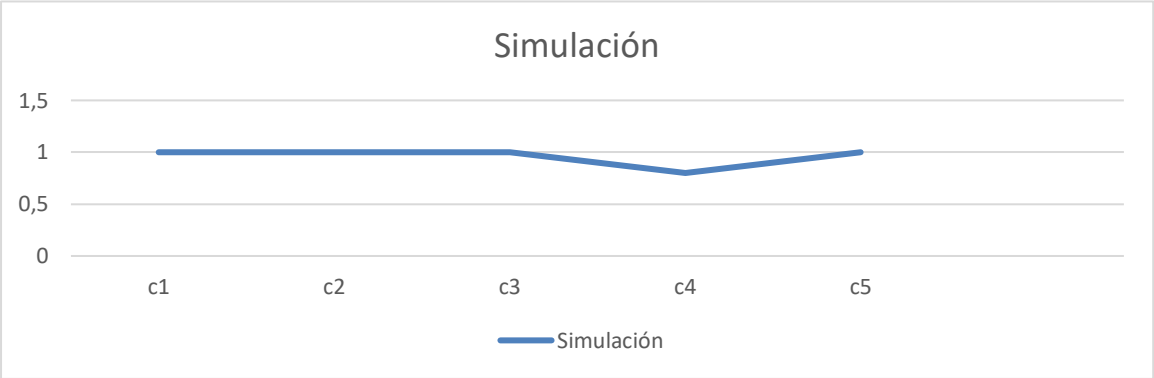


Figura 1: Resultado de la simulación de las realidades ocultas.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las realidades ocultas se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una enfermedad. La Tabla 7 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 7: Peso atribuido a los criterios.

Criterios	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.72,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.8,0,15,0.2]
C_2	[0.94, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.97, 0.1, 0.1]
C_3	[0.92, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.96, 0.1, 0.1]
C_4	[0.8,0,15,0.2]	[0.8,0,15,0.2]	[0.8,0,15,0.2]
C_5	[0.84,0,15,0.2]	[1,0,0]	[0.92, 0.1, 0.1]
Índice			[0.90, 0.1, 0.1]

A partir del índice determinado se realiza una comparación del valor donde el I= 0.90, para el caso analizado representa una alta evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato en el periodo de enero a mayo de 2024.

4 Análisis de los resultados



Figura 2. Datos estadísticos.

El diagrama demuestra que 12 mujeres tienen menos de 35 años, es decir es una población de jóvenes en plena edad reproductiva.



Figura 3. Datos estadísticos.

El mayor rango de las mujeres (14) son solteras, una es viuda, otra es divorciada y la última convive con su pareja.



Figura 4. Nacionalidad de las Trabajadoras.

El diagrama nos informa que 13 de las 17 mujeres su nacionalidad es ecuatoriana.

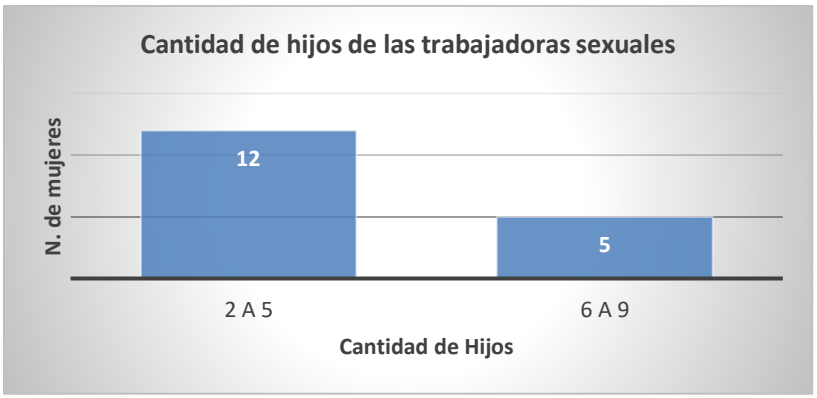


Figura 5. Número de hijos de las Trabajadoras.

Llama la atención que todas las mujeres tiene hijos, 12 mujeres tienen entre 2 a 5 hijos y 5 mujeres tienen de 6 a 9 hijos.

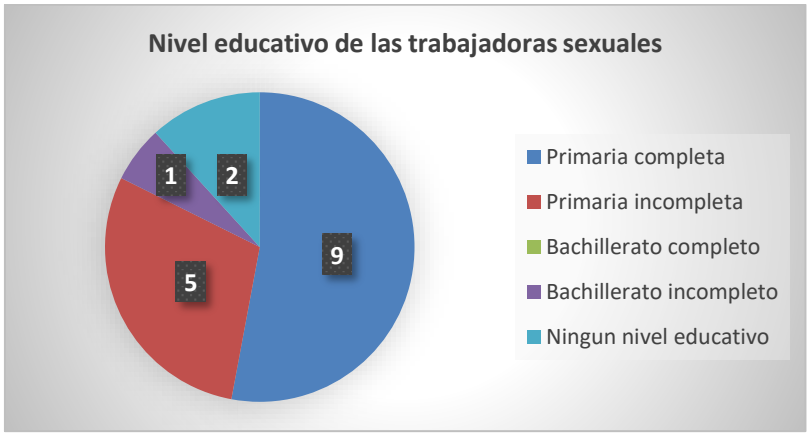


Figura 6. Nivel Educativo.

El diagrama muestra que 9 mujeres tienen primaria completa, ninguna completa el bachillerato y 2 no tienen ningún nivel educativo.

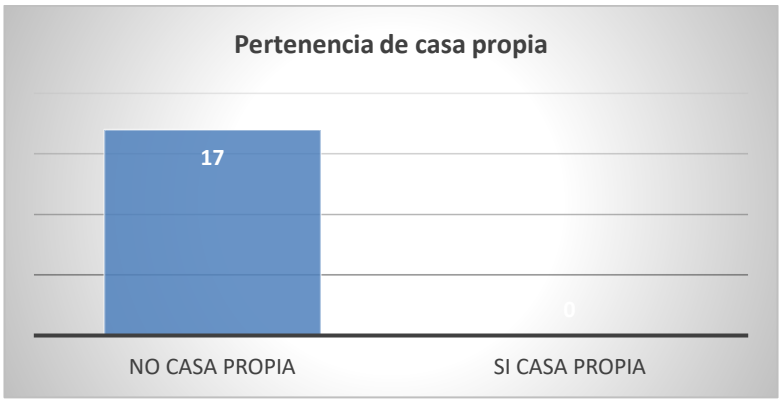


Figura 7. Casa Propia.

El diagrama de barra demuestra que ninguna de las mujeres tiene casa propia

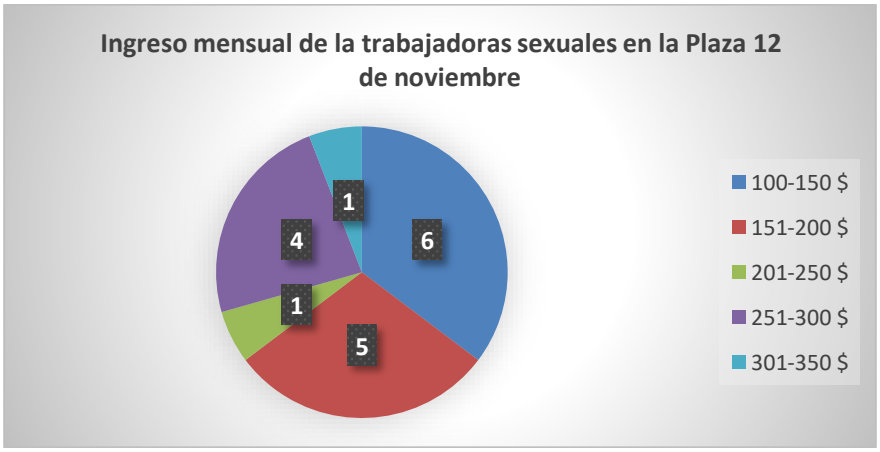


Figura 8. Ingreso Mensual.

Este diagrama arroja que 6 de las mujeres ganan mensualmente entre 100-150 dólares, 5 ganan entre 151-200 dólares y 4 ganan entre 251-300 dólares mensuales, es decir que ninguna llega al sueldo mínimo.

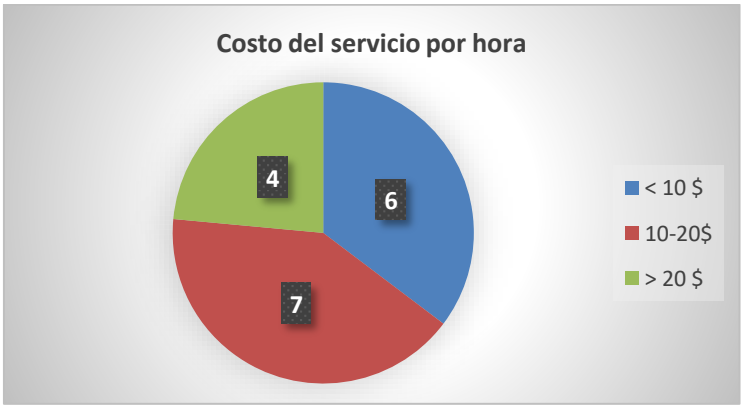


Figura 9. Costo del Servicio.

Se señala que 13 de las 17 mujeres gana entre menos de 10 dólares hasta 20 dólares por hora.

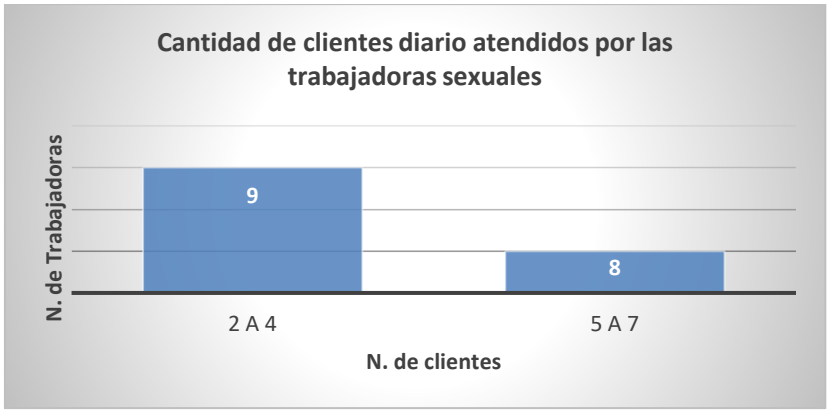


Figura 10. Número de Clientes.

Se observa que 9 de las 17 tienen al día 2 a 4 clientes y 8 mujeres tienen 5 a 7 clientes por día.



Figura 11. Actividad Sexual con los clientes.

Referente a la conducta que le desagradan a las mujeres de sus clientes, sus respuestas estuvieron distribuidas de manera uniforme 5 le desagrada el sexo oral a sus clientes, a 6 le desagrada el sexo oral del cliente hacia ella y otro grupo de 6 mujeres hacer lo que el cliente pida.

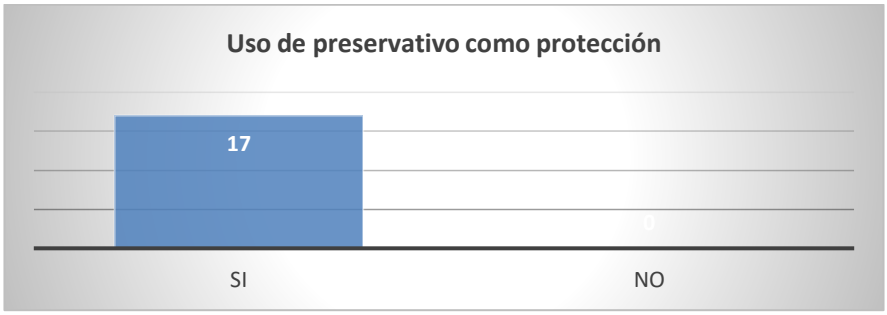


Figura 12. Protección durante acto sexual.

Todas las mujeres se protegen con preservativos

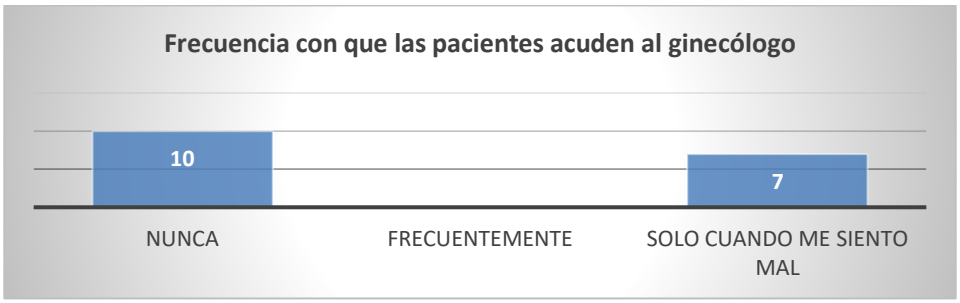


Figura 13. Control ginecológico.

Este diagrama demuestra que las mujeres no tienen control ginecológico porque 10 nunca han ido al consultorio y 7 lo hacen cuando se sienten mal.

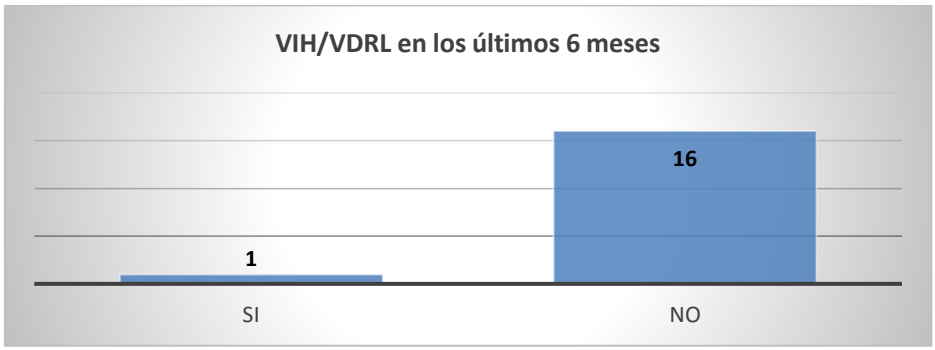


Figura 14. Control de Exámenes de Laboratorio.

Se observa que 16 mujeres no tienen VIH/VDRL de los últimos 6 meses.

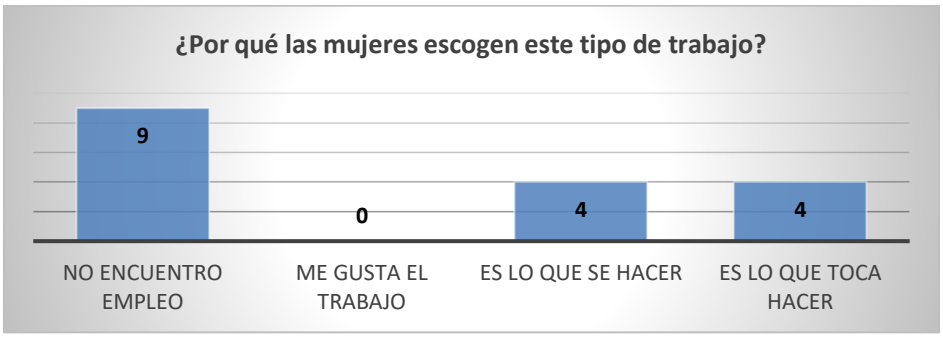


Figura 15. Elección del trabajo sexual.

Se observa que 9 mujeres opinan que optaron por ese empleo porque no encuentran trabajo, 4 de ellas dijeron que es lo que saben y toca hacer. Ninguna escoge el trabajo porque le gusta.



Figura 16. Horario Laborable.

Las mujeres prefieren trabajar en horario matutino y vespertino. El horario matutino incluye desde las 7:00-11:00. El horario vespertino incluye 14:00-18:00.

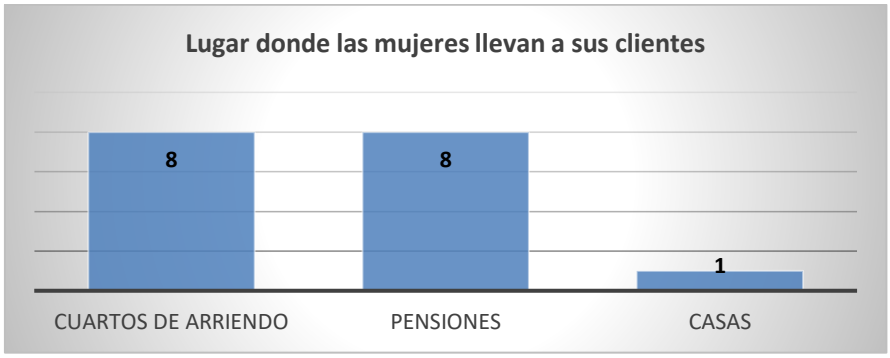


Figura 17. Lugar de encuentro sexual.

Cuartos de arriendos y pensiones son los lugares más frecuentes donde las mujeres tienen actividad con sus clientes

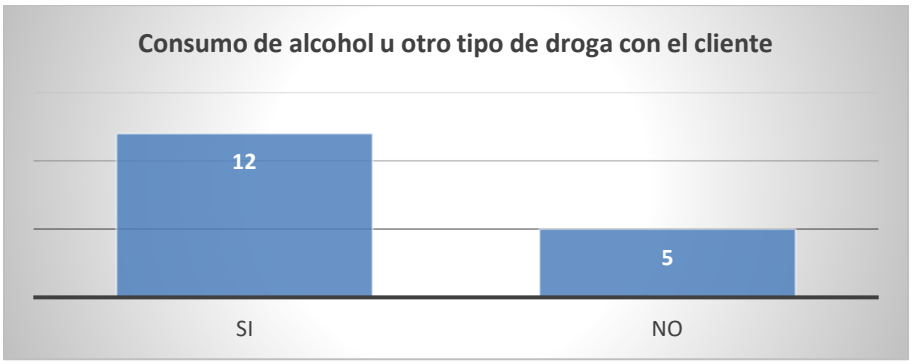


Figura 18. Uso de Alcohol y drogas.

Las trabajadoras sexuales combinan su actividad (12 mujeres) con alcohol u otro tipo de droga.

5 Discusión

La realidad oculta de las trabajadoras sexuales es un tema complejo que abarca múltiples dimensiones, incluyendo aspectos socioeconómicos, legales, de salud y de derechos humanos. En el estudio se observa que las mujeres que trabajan sexualmente en el Parque 12 de Noviembre son mujeres jóvenes 12 de ellas tienen menos de 35 años, concordando con investigación de [34] en donde se explica que desde hace 10 años en Latinoamérica se están incorporando a este tipo de actividad mujeres jóvenes.

Las mujeres que trabajan en el Parque 12 de Noviembre son solteras en un alto porcentaje y todas tienen hijos, esto hace que mujeres sin apoyo de la figura masculina en casa deban afrontar la vida solas con hijos que en su mayoría van de 2 a 5 hijos, aunado a esto la falta de escolaridad, por tanto esto influye en menos oportunidad para otros tipos de empleo como lo reporta [5, 36].

De las 17 mujeres 11 ganan entre 100 a 200 dólares mensuales, esto indica que ganan menos del sueldo mínimo en Ecuador. Además, tienen que trabajar largas jornadas y tener muchos clientes hasta 7 clientes diarios, para obtener el dinero necesario y poder sobrevivir, esto aumenta la marginalidad y la pobreza en estas mujeres como lo demuestra el estudio de [34, 35, 42] donde indican que las largas jornadas con bajos sueldos incrementan la marginalidad.

A las mujeres no les gusta el trabajo que hacen, porque les molestan las conductas que puedan tener estos hombres hacia ellas, les desagradan el sexo oral a sus clientes el sexo oral hacia ellas y deben hacer lo que el cliente pida o se imagine. Esto indica que no hay un contrato donde se respeten ciertas condiciones, por tanto, son vulnerados sus derechos sexuales y reproductivos como lo demuestra [6] donde indica que los derecho civiles y humanos son vulnerados constantemente primeramente por sus clientes.

Las mujeres del Parque 12 de Noviembre no tienen control sanitario no acuden a consulta preventiva por ginecología ni hacen controles de VIH/VDRL. Sobre esto [11] señalan que estas trabajadoras sexuales enfrentan barreras para el acceso al sistema de salud, por lo tanto, no son controladas en su parte ginecológica e infecciosa, creando esto un problema de salud pública.

Las mujeres del Parque 12 de Noviembre atienden a sus clientes en cuartos de arriendo, en horario matutino y vespertino y su actividad la combina con uso de alcohol o droga esto indica labora en franca inseguridad, creando focos de violencia y delincuencia. Lo que crea un inframundo afectando a la comunidad que vive alrededor, lo que provoca la intervención policial y esto aumenta más la violencia. Los trabajadoras sexuales en Ecuador afrontan abusos por parte de la policía y la falta de acceso a la justicia.

6 Conclusión

La investigación propuso un método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la realidad oculta de las trabajadoras sexuales en el Parque 12 de Noviembre de Ambato enero a mayo 2024. Las mujeres que trabajan en el Parque 12 Noviembre están en una condición de vulnerabilidad en referencia a sus derechos sexuales y reproductivo. Trabajan en condiciones de inseguridad. No tienen acceso a los servicios públicos de salud, por tanto, no son controladas creando un problema de salud pública.

El lugar donde laboran son focos de violencia, delincuencia y droga. Toda esta situación está provocando un semillero de violencia que pronto puede germinar y provocar muchos más problemas a las mujeres, clientes, hijos y sociedad civil.

Los resultados del estudio subrayan la necesidad de políticas públicas inclusivas y enfoques multidisciplinarios que aborden de manera integral los derechos y necesidades de las trabajadoras sexuales. Asimismo, se propone un modelo de intervención que incluye la sensibilización de la comunidad, la mejora de las condiciones laborales y el acceso a programas de salud y bienestar.

Referencias

[1] T. S. Fitriana, and R. A. Listiyandini, "Support group program to enhance the resiliencie: a psychological empowerment recommendation for sex worker in rehabilitation shelter," *Leadership and Social Action for Empowering Local Leaders*, 2013.

[2] A. Mejía, and L. F. Benavides, "Barreras de acceso a servicios de salud de las personas lesbianas, gay, bisexuales y transgénero de Bogotá DC," *Secretaría de Planeación, Alcaldía Mayor de Bogotá*, 2008.

[3] D. C. Nanjunda, and P. N. Venugopal, "Boundaries of contagion: the unheard plight of sex workers in Karnataka," *Journal of the Anthropological Survey of India,* vol. 69, no. 1, pp. 33-46, 2020.

[4] C. B. de Matos Leal, D. Amorim de Souza, and M. Andrade Rios, "ASPECTS OF LIFE AND HEALTH OF SEX WORKERS," *Journal of Nursing UFPE/Revista de Enfermagem UFPE,* vol. 11, no. 11, 2017.

[5] H. Cedeño, L. Delgado, J. Morales, and M. Ormaza, "Depresión como consecuencia de la prostitución Femenina: Caso burdeles de Rocafuerte, Ecuador," *Journal of Education and Human Development,* vol. 6, no. 1, pp. 82-88, 2017.

[6] E. Argento, P. Duff, B. Bingham, J. Chapman, P. Nguyen, S. A. Strathdee, and K. Shannon, "Social cohesion among sex workers and client condom refusal in a Canadian setting: implications for structural and community-led interventions," *AIDS and Behavior,* vol. 20, pp. 1275-1283, 2016.

[7] K. H. Footer, B. E. Silberzahn, K. N. Tormohlen, and S. G. Sherman, "Policing practices as a structural determinant for HIV among sex workers: a systematic review of empirical findings," *Journal of the International AIDS Society,* vol. 19, pp. 20883, 2016.

[8] C. E. Lyons, S. R. Schwartz, S. M. Murray, K. Shannon, D. Diouf, T. Mothopeng, S. Kouanda, A. Simplice, A. Kouame, and Z. Mnisi, "The role of sex work laws and stigmas in increasing HIV risks among sex workers," *Nature communications,* vol. 11, no. 1, pp. 773, 2020.

[9] J. X. Iglesias Quintana, C. A. Parra Navarrete, M. d. C. Morocho Carvajal, and G. N. Bravo Galarraga, "Impacto de la educación en el reconocimiento de los Derechos Laborales de las trabajadoras sexuales en Quito," *Conrado,* vol. 19, no. 92, pp. 318-325, 2023.

[10] J. E. Shircliff, B. Hutchinson, C. Glass, M. Suárez, G. H. Miller, and G. Marquez-Velarde, "Does Workplace Discrimination Contribute to Sex Work for Trans and Nonbinary Workers?," *Social Problems*, pp. spad057, 2023.

[11] K. Salje, "Exploring the drivers and impact of policing on female sex workers' HIV risk," London School of Hygiene & Tropical Medicine, 2021.

[12] A. I. Pérez Wehbe, *La depresión resistente al tratamiento famacológico y/o psicológico en adultos: una revisión sistemática*: Universidad de La Laguna, Servicio de Publicaciones, 2014.

[13] C. Donis-Díaz, A. Muro, R. Bello-Pérez, and E. V. Morales, "A hybrid model of genetic algorithm with local search to discover linguistic data summaries from creep data," *Expert systems with applications,* vol. 41, no. 4, pp. 2035-2042, 2014.

[14] Y. Martínez, A. Nowé, J. Suárez, and R. Bello, "A reinforcement learning approach for the flexible job shop scheduling problem." pp. 253-262.

[15] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.

[16] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.

[17] L. Concepción, G. Nápoles, R. Falcon, K. Vanhoof, and R. Bello, "Unveiling the dynamic behavior of fuzzy cognitive maps," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 29, no. 5, pp. 1252-1261, 2020.

[18] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.

[19] 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.

[20] O. M. Cornelio, A. R. Rodríguez, W. L. S. Álava, P. G. A. Mora, L. M. S. Mera, and B. J. P. Bravo, "La Inteligencia Artificial: desafíos para la educación," *Editorial Internacional Alema*, 2024.

[21] E. Veitia González, and O. Mar Cornelio, "Obtención y optimización de imágenes de fondo de ojo mediante tomografía de coherencia óptica," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 16, no. 1, pp. 720, 2024.

[22] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.

[23] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[24] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.

[25] 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.

[26] 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.

[27] 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.

[28] 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.

[29] 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.

[30] 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.

[31] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.

[32] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[33] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 18, no. 2, 2018.

[34] N. M. P. Larrea, M. A. M. Ramírez, M. I. C. Estrada, and M. E. H. Pérez, "Condiciones sociolaborales de las trabajadoras sexuales de Quito, Ecuador (2017-2019)," *Revista Ciencias Sociales,* vol. 1, no. 42, 2020.

[35] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024

[36] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., & Albán, T. D. B. "Análisis del rendimiento académico estudiantil en función de la calidad del proceso de enseñanza y la experiencia de clase". Revista Conrado, vol. 19 núm. 93, pp 304-313, 2023

[37] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[38] Posso López, D. F. "Delitos informaticos transnacionales y su incidencia en la impunidad en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua en el periodo 2021" (Master's thesis), 2022.

[39] Núñez Paredes, B. M. "La justicia restaurativa en la normativa ecuatoriana en el procedimiento expedito de violencia contra la mujer o miembros del núcleo familiar-Ambato año 2021" (Master's thesis), 2022.

[40] Costa Torres, G. J. "El delito de peculado: análisis comparativo entre las legislaciones ecuatoriana, peruana y española en el año 2021" (Master's thesis), 2022.

[41] Quishpe Valenzuela, J. O. "Aplicación de la criminología clinica en las investigaciones forenses del delito de robo de automotores en la ciudad de Quito durante el año 2021" (Master's thesis), 2022.

[42] Donoso Estrada, S. V. "Derecho de rehabilitación frente libre albedrío de privados de libertad en cárcel de Riobamba 2021" (Master's thesis), 2022.

Recibido: 8 de octubre de 2024. Aceptada: 6 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la recomendación en la identificación de factores de crecimiento y su relación en periodoncia

Neutrosophic method for the recommendation in the identification of growth factors and their relationship in periodontics

Cristian Vicente Morocho Segarra [1], Adriana Nicole Tobar Peñaherrera [2], and Daniel Gustavo Cortés Naranjo [3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.cristianmc44@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; oa.adrianantp05@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.danielcortes@uniandes.edu.ec

Resumen. Los factores de crecimiento son señales bioquímicas que ejercen diversos efectos en las células del organismo y no se limitan únicamente a la regulación de la proliferación y diferenciación celular. Pueden provocar la muerte celular y participan en procesos de reparación y regeneración, siendo considerados iniciadores de los procesos de cicatrización. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la recomendación en la identificación de factores de crecimiento y su relación en periodoncia. La periodoncia se enfrenta al desafío de curar y regenerar estructuras complejas que involucran tanto células como matriz extracelular. Los factores de crecimiento son esenciales en este proceso, ya que regulan la interacción celular y promueven la curación de heridas, contribuyendo así a la restauración de los tejidos afectados por enfermedades periodontales. El enfoque neutrosófico permite manejar la incertidumbre y la imprecisión asociadas con la identificación de estos factores, proporcionando un marco más flexible y adaptativo que los métodos tradicionales. A través de este enfoque, se logró generar recomendaciones personalizadas que consideran no solo la naturaleza de los factores de crecimiento, sino también su interrelación con diferentes condiciones clínicas y biológicas. Las recomendaciones generadas mediante este método son altamente útiles para profesionales de la salud dental, ya que permiten una mejor toma de decisiones en tratamientos periodontales personalizados. Al integrar información sobre la eficacia de los factores de crecimiento en distintas situaciones, los profesionales reciben recomendaciones que les permiten optimizar los enfoques terapéuticos, mejorando así los resultados en la regeneración de tejidos periodontales.

Palabras Claves: factores de crecimiento, recomendaciones, números neutrosóficos, regeneración tisular.

Abstract. Growth factors are biochemical signals that exert various effects on the body's cells and are not limited to regulating cell proliferation and differentiation. They can cause cell death and participate in repair and regeneration processes, being considered initiators of healing processes. The present research aims to develop a neutrosophic method for recommendation in the identification of growth factors and their relationship in periodontics. Periodontology faces the challenge of healing and regenerating complex structures that involve both cells and extracellular matrix. Growth factors are essential in this process, as they regulate cellular interaction and promote wound healing, thus contributing to the restoration of tissues affected by periodontal diseases. The neutrosophic approach makes it possible to manage the uncertainty and imprecision associated with the identification of these factors, providing a more flexible and adaptive framework than traditional methods. Through this approach, it was possible to generate personalized recommendations that consider not only the nature of growth factors, but also their interrelationship with different clinical and biological conditions. Recommendations generated by this method are highly useful for dental health professionals, as they allow for better decision-making in personalized periodontal treatments. By integrating information on the efficacy of growth factors in different situations, professionals receive recommendations that allow them to optimize therapeutic approaches, thus improving the results in periodontal tissue regeneration.

Keywords: growth factors, recommendations, neutrosophic numbers, tissue regeneration

1 Introducción

Los factores de crecimiento son señales bioquímicas que ejercen diversos efectos en las células del organismo y no se limitan únicamente a la regulación de la proliferación y diferenciación celular. Pueden provocar la muerte celular y participan en procesos de reparación y regeneración, siendo considerados iniciadores de los procesos de cicatrización [1]. Entre los tipos celulares productores de factores de crecimiento se encuentran los fibroblastos, osteoblastos, células endoteliales y leucocitos, especialmente monocitos y macrófagos [2]. Estos factores se almacenan en lugares como las plaquetas y el hueso adherido a la matriz ósea. Actúan de manera local, estimulando a las células a través de un sistema autocrino o paracrino [3, 4].

Interactúan con receptores de membrana específicos presentes en las células diana de los tejidos periodontales. Se sintetizan en forma de precursores y se liberan en forma activa. Su mecanismo de acción comienza cuando se unen a estos receptores específicos de membrana, desencadenando eventos celulares que resultan en las funciones ya mencionadas. Este proceso está mediado por un sistema de segundos mensajeros en el que interviene la proteína tirosín-quinasa [5].

Cuando estos factores se unen a sus receptores específicos, activan proteínas señalizadoras que migran desde los receptores intracitoplasmáticos hasta el núcleo, provocando la expresión de genes que estimulan la síntesis proteica involucrada en los procesos regenerativos [6]. Aunque pueden desaparecer del medio, su acción continúa debido a la activación del sistema de segundos mensajeros. Son producidos por células como fibroblastos, osteoblastos, células endoteliales y leucocitos, y almacenados en las plaquetas y el hueso [7].

En respuesta a cualquier daño que altere la morfología estructural o celular del tejido óseo, se activan mecanismos reparativos y de liberación de factores de crecimiento óseo. Estos son cruciales en procesos como el traumatismo accidental o quirúrgico del tejido óseo, la pérdida dental o la colocación de implantes, la interrupción temporal del aporte vascular asociado a la desvitalización y necrosis del tejido óseo, las alteraciones humorales con repercusiones en el metabolismo del calcio y la tensión mecánica sobre los osteoblastos. Para la cicatrización y regeneración periodontal, es necesario que sigan una serie de procedimientos biológicos, desde la eliminación de elementos infectados y degradados, la migración de células especializadas y progenitoras al lugar de la lesión para la síntesis de la matriz, la remodelación de los componentes de unión y matriz para restaurar la arquitectura y función tisular, hasta la síntesis de los factores de crecimiento y la restauración de la homeostasis tisular [8, 33].

Las células fibroblásticas del ligamento periodontal poseen características especiales que las convierten en receptores ideales para los factores de crecimiento, debido a su alta capacidad de síntesis de componentes de la matriz extracelular, propiedades osteoblásticas y su participación en la cementogénesis. El factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) juega un papel crucial en la cicatrización de heridas y la regeneración periodontal. Además, el PDGF-BB puede actuar sobre células madre mesenquimales del ligamento periodontal, promoviendo la proliferación celular y la expresión de marcadores de células madre [9].

Los factores de crecimiento similares a la insulina, como IGF-1 e IGF-2, también tienen un papel importante en la cicatrización de heridas, promoviendo la migración y mitosis de células endoteliales, fibroblastos, osteocitos y condrocitos. El factor de crecimiento transformante beta (TGF-β) y las proteínas morfogenéticas óseas (BMP) regulan la formación y regeneración ósea y periodontal, presentando un gran potencial en la reparación de defectos de tamaño crítico [10, 32]

Los factores de crecimiento son cruciales para la reparación y regeneración de tejidos, especialmente en los periodontales. Actúan a través de receptores específicos desencadenando una serie de eventos celulares que resultan en la proliferación, diferenciación y síntesis de la matriz extracelular. Factores de crecimiento y las proteínas morfogenéticas óseas, juegan roles esenciales en la cicatrización de heridas y la regeneración ósea, siendo fundamentales para restaurar la homeostasis y la función tisular del periodonto. De tal forma que el objetivo general del presente estudio es desarrollar un método neutrosófico para la recomendación en la identificación de factores de crecimiento y su relación en periodoncia.

2 Diseño del método para la recomendación

La presente sección realiza una descripción del método propuesto. Se detallan las diferentes actividades que garantizan la inferencia de la etapa procesamiento. Las actividades están computadas por: identificar los criterios evaluativos, determinar las relaciones causales, obtener el MCN resultante de las relaciones causales, inferencia del proceso. La Figura 1 muestra el flujo de la etapa de procesamiento.

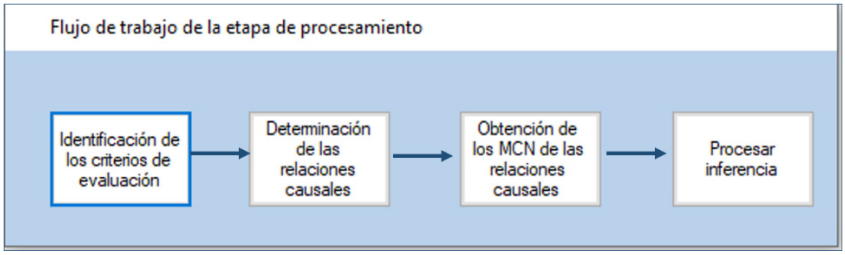


Figura 1. Flujo de trabajo de la etapa de procesamiento.

Actividad 1: Identificación de los criterios evaluativos.

La actividad inicia con la identificación de los expertos que intervienen en el proceso. A partir del trabajo del grupo de experto se determinan los criterios que se tendrán en cuenta para la inferencia del proceso. La actividad utiliza un sistema de trabajo en grupo mediante un enfoque multicriterios. Formalmente se puede definir el problema de recomendación de la guarda a menores a partir de la responsabilidad parental mediante:

El número de indicadores evaluativos del proceso donde:

$$I = \{\mathrm{i}_1, \ldots \mathrm{i}_\mathrm{n}\} \quad (1)$$

El número de expertos que interviene en la valoración multicriterio donde:

$$E = \{\mathrm{m}_1, \ldots \mathrm{m}_\mathrm{n}\} \quad (2)$$

El resultado de la actividad es la obtención de los diferentes indicadores evaluativos sobre los factores de crecimiento y su relación en periodoncia.

Actividad 2: determinaciones de las relaciones causales de los criterios.

Tras establecer los criterios evaluativos, se procede a identificar las relaciones causales entre ellos. Estas relaciones reflejan cómo cada uno de los criterios influye o se ve afectado por los demás, estableciendo así conexiones lógicas que ayudan a comprender su interdependencia. La identificación de estas relaciones se realiza a partir de las discusiones y colaboraciones del grupo de expertos, permitiendo clarificar la implicación mutua entre los diferentes conceptos. La información obtenida de este análisis constituye un conocimiento esencial que alimenta el proceso de inferencia, facilitando una comprensión más profunda y estructurada de cómo los factores de crecimiento pueden ser aplicados en el contexto de la regeneración de tejidos periodontales. [34, 35]

Las relaciones causales son representadas por variables difusas expresadas como términos lingüísticos. En los modelos lingüísticos se suelen usar conjuntos de etiquetas lingüísticas con granularidad no superior a 13 [11], [12]. Además, es común utilizar conjuntos de granularidad impar, donde existe una etiqueta central y el resto de las etiquetas se distribuyen simétricamente a su alrededor [13, 14].

Actividad 3: obtención del MCN.

Durante la etapa de ingeniería del conocimiento cada experto expresa la relación que existe entre cada par de conceptos C_i y C_j del mapa. Entonces, para cada relación causal se obtienen K reglas con la siguiente estructura: Si C_i es A entonces C_j es B y el peso W_{ij} es C. Cada nodo constituye un concepto causal, esta característica hace que la representación sea flexible para visualizar el conocimiento humano. La matriz de adyacencia se obtiene a partir los valores asignados a los arcos [15, 32].

Los valores que se obtienen por el grupo de experto que intervienen en el proceso son agregados conformándose el conocimiento general con las relaciones entre los criterios. La actividad obtiene como resultado el FCM resultante [16].

A partir de la obtención de las relaciones causales, se realiza el análisis estático [17, 18]. Se toma de referencia el conocimiento almacenado en la matriz de adyacencia [19-21]. Para el desarrollo del presente método se trabaja con el grado de salida tal como muestra la ecuación (3) [22, 33, 36].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \quad (3)$$

Actividad 4: procesamientos de la inferencia:

Un sistema modelado por un MCN evolucionará durante el tiempo, donde la activación de cada neurona dependerá del grado de activación de sus antecedentes en la iteración anterior. Normalmente este proceso se repite hasta que el sistema estabilice o se alcance un número máximo de iteraciones. [23, 24]
El procesamiento para la inferencia, consiste en calcular el vector de estado A a través del tiempo, para una condición inicial A^0 [25, 32]. De forma análoga a otros sistemas neuronales, la activación de C_i dependerá de la activación las neuronas que inciden directamente sobre el concepto C_i y de los pesos causales asociados a dicho concepto. La ecuación 4 muestra la expresión utilizada para el procesamiento.

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (4)$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación.

Los sistemas inestables pueden ser totalmente caóticos o cíclicos, y son frecuentes en modelos continuos. El proceso de inferencia en un MCD puede mostrar una de las siguientes características:

- **Estados de estabilidad:** si $\exists tk \in \mathbb{N}: A_i^{(t+x)} = A_i^{(t)} \forall t > tk$ por tanto, después de la iteración tk el FCM producirá el mismo vector de estado. Después esta configuración es ideal, pues representa la codificación de un patrón oculto en la causalidad.
- **Estados cíclicos:** si $\exists tk, P \in \mathbb{N}: A_i^{(t+p)} = A_i^{(t)} \forall t > tk$. El mapa tiene un comportamiento cíclico con periodo P. En este caso el sistema producirá el mismo vector de estado cada P-ciclos del proceso de inferencia.
- **Estado caótico:** el mapa produce un vector de estado diferente en cada ciclo. Los conceptos siempre varían su valor de activación.

3 Implementación del método neutrosófico

La presente sección ilustra la implementación del método propuesto. Se describe un estudio de caso para la recomendación en la identificación de factores de crecimiento y su relación en periodoncia. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 Identificación de los criterios evaluativos:

El proceso de identificación de los criterios evaluativos para la recomendación de factores de crecimiento en periodoncia se llevó a cabo mediante la consulta de cinco expertos en el campo, quienes aportaron sus conocimientos y experiencias clínicas. A través de un enfoque multicriterio, se logró definir un conjunto de cuatro criterios fundamentales. Estos criterios fueron seleccionados con el objetivo de evaluar de manera integral la eficacia, especificidad, interacción con la matriz extracelular y seguridad de los factores de crecimiento, asegurando así que las recomendaciones generadas sean prácticas, fundamentadas y relevantes para los tratamientos de regeneración de tejidos periodontales. La tabla 1 muestra el resultado de los criterios identificados.

Tabla 1: Criterios evaluativos.

No.	Criterios	Descripción
1	Eficacia biológica	Capacidad de los factores de crecimiento para promover la regeneración de tejidos periodontales, facilitando procesos como la proliferación celular, migración de fibroblastos y formación de nuevos vasos sanguíneos. Se considera la evidencia científica que respalda la eficacia de cada factor en modelos preclínicos y clínicos.
2	Especificidad del tejido	Capacidad de los factores de crecimiento para actuar de manera específica sobre los tejidos periodontales afectados. Analiza cómo cada factor influye en la regeneración de diferentes tipos de tejidos (por ejemplo, hueso alveolar, encía, ligamento periodontal) y su importancia en el proceso de curación.
3	Interacción con la	Valora cómo los factores de crecimiento interactúan y modulan la matriz extracelu-

No.	Criterios	Descripción
	matriz extracelular	lar durante el proceso de regeneración. Se toma en cuenta la capacidad de estos factores para estimular la producción de componentes de la matriz, así como su rol en la regulación del entorno celular.
4	Seguridad y biocompatibilidad	Seguridad del uso de factores de crecimiento en tratamientos periodontales. Se consideran los efectos secundarios potenciales, la reacción del organismo y la biocompatibilidad de los factores en contextos clínicos, asegurando que su aplicación no genere complicaciones adversas en los pacientes.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales de los criterios:

Para la identificación de las relaciones causales se obtuvo la información del grupo de expertos que participa en el proceso. Se identificación como resultado 5 matrices de adyacencia con el conocimiento expresado por cada experto. Las matrices pasaron por un proceso de agregación en la que se genera como resultado final una matriz de adyacencias resultante. La tabla 2 muestra la matriz de adyacencia resultante del proceso.

Tabla 2. Matriz de adyacencia de criterios evaluativos.

	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	[0.00]	[1,0,0]	[0.70,0.25,0.30]	[1,0,0]
C_2	[1,0,0]	[0.00]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_3	[1,0,0]	[0.8,0,15,0.20]	[0.00]	[1,0,0]
C_4	[1,0,0]	[0.70,0.25,0.30]	[0.8,0,15,0.20]	[0.00]

Actividad 3 obtenciones del MCN:

Una vez obtenidos los indicadores evaluativos y sus relaciones causales correspondientes en la actividad 2, se realiza la representación del conocimiento en el MCN resultante.

Actividad 4 procesamientos de la inferencia:

La matriz de adyacencia posee el conocimiento necesario para determinar los pesos atribuidos a cada indicador evaluativo. Para calcular los pesos, se emplea la ecuación 3. La tabla 3 muestra los resultados del cálculo realizado.

Tabla 3: Peso atribuido a los indicadores criterios.

Criterios	Descripción del criterio evaluativo	Peso
C_1	Eficacia biológica	[0.68,10,0.20]
C_2	Especificidad del tejido	[0.8,0,15,0.20]
C_3	Interacción con la matriz extracelular	[0.70,0.25,0.30]
C_4	Seguridad y biocompatibilidad	[0.70,0.25,0.30]

Una vez determinado los pesos de los indicadores. Se determinan las preferencias del comportamiento de los factores. La tabla 4 muestran los resultados del cálculo realizado.

Tabla 4: Cálculo de preferencias atribuidas del comportamiento de los criterios para una alternativa.

Criterio	Peso	Preferencia	Agregación
C_1	[0.68,10,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.70,0.25,0.30]
C_2	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_3	[0.70,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.85,0,15,0.20]
C_4	[0.70,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.85,0,15,0.20]
Índice			[0.84,0,15,0.20]

La figura 2 muestra una gráfica las preferencias del comportamiento de los factores de crecimiento para la reparación y regeneración de tejidos peridontales de 15 pacientes.

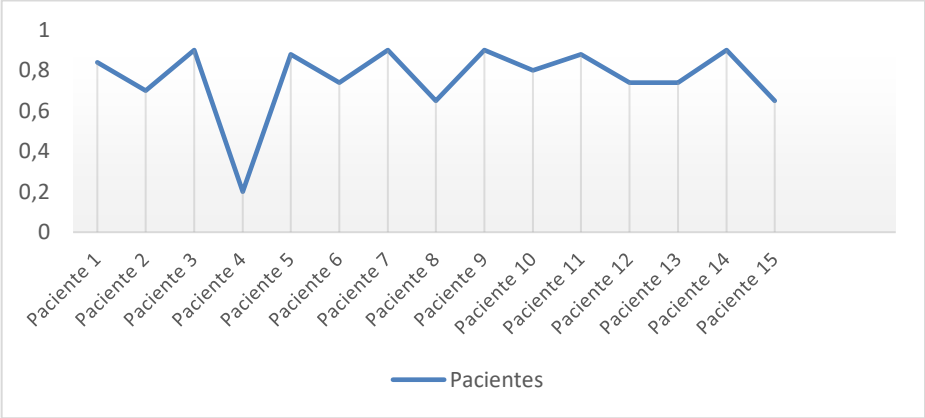


Figura 2. Comportamiento de los diferentes indicadores.

La representación gráfica de las preferencias atribuidas al comportamiento de los factores de crecimiento en la reparación y regeneración de tejidos periodontales de 15 pacientes ofrece una visualización clara de cómo cada factor se desempeña en el proceso de recuperación. Esta gráfica permite a los especialistas observar de manera instantánea las variaciones en la efectividad de los diferentes factores, facilitando la comparación entre ellos en contextos clínicos específicos. Al analizar estos datos, los profesionales pueden identificar cuál de los factores de crecimiento resulta más beneficioso para las necesidades individuales de sus pacientes, apoyando así decisiones más informadas sobre las terapias a implementar. Además, las recomendaciones generadas a partir de este análisis proporcionan una base sólida para el desarrollo de tratamientos personalizados, optimizando los resultados clínicos y mejorando la calidad de atención periodontal. [32, 37]

3.1 Análisis de los resultados

La aplicación de los factores de crecimiento en periodoncia ha demostrado que tienen efectos variados en la reparación y la inflamación periodontal. Es así que los autores de [2] presentan que el Factor de Crecimiento Concentrado (CGF) presenta limitaciones, como su rápida degradación y los cambios en sus propiedades mecánicas, lo que puede afectar su efectividad en la regeneración ósea a largo plazo. Coincidiendo con [26], quienes observaron que la combinación de factores de crecimiento con células madre puede mejorar los resultados en la ingeniería de tejidos óseos. Sin embargo, la eficacia del CGF en comparación con otras estrategias aún no está completamente clara. [38, 39]

En el estudio de [3] encontraron que el Factor de Crecimiento de Hepatocitos (HGF) redujo la degradación del gel de colágeno. También los autores [27], reportaron que el HGF en etapas iniciales de periodontitis redujo la inflamación y en etapas avanzadas provocó una mayor destrucción ósea. Estos resultados sugieren que, aunque el HGF puede ser útil en el tratamiento de la periodontitis, su aplicación debe ser monitoreada para prevenir efectos negativos especialmente en las fases avanzadas. Mientras que [4] evidencian que el Factor de Crecimiento del Tejido Conectivo (CTGF) reduce la expresión del ARNm del linfoma de células B6 (Bcl6) y aumenta la expresión de genes osteoclásticos como DC-STAMP.

Los autores de [8], demuestran que el Factor de Crecimiento Derivado de Plaquetas (PDGF) promueve la formación de nuevo hueso en combinación con injertos óseos. Corroborando los resultados de [28], donde el Plasma Rico en Factores de Crecimiento (PRGF) acelera la curación y mejora la regeneración de tejidos. Ambos estudios destacan la eficacia de estos factores en la regeneración ósea, pero también sugieren la necesidad de una evaluación más amplia para entender mejor su correcta aplicación práctica.

En cuanto a los efectos de la menadiona y la filoquinona los autores [29] descubrieron que la filoquinona promueve el crecimiento celular, mientras que la menadiona muestra efectos inhibitorios en algunas cepas. Mientras que [30], encontraron que el protocolo Q-SRP fue más eficaz en la reducción de biomarcadores asociados con la periodontitis que otros tratamientos. Esto sugiere que la selección de diferentes factores y condiciones puede tener gran impacto en la eficacia del tratamiento periodontal.

Finalmente, [31] descubrieron que la sobreexpresión de miR-10a-5p aumentó los niveles de TGFB1 y de proteínas relacionadas como IL-3 y TGF-β1. Lo cual corrobora los resultados de [4], que presentan cómo los factores de crecimiento y las vías de señalización afectan la osteoclastogénesis y la regeneración ósea. Donde la regulación de factores de crecimiento y la modulación genética tiene un papel principal en el tratamiento de la periodontitis, subrayando la necesidad de enfoques personalizados y combinados para optimizar los resultados clínicos.

4 Conclusión

Los resultados de la investigación destacan la importancia de un enfoque sistemático y fundamentado para la identificación y recomendación de factores de crecimiento en la regeneración de tejidos periodontales. La aplicación del método neutrosófico permitió manejar de manera eficaz la incertidumbre inherente a la selección de estos factores, facilitando un análisis más dinámico y adaptativo.

A través de la consulta a expertos, se definieron cuatro criterios evaluativos clave: eficacia biológica, especificidad del tejido, interacción con la matriz extracelular y seguridad. Estos criterios fueron fundamentales para establecer relaciones causales que revelan la interdependencia entre ellos, lo que a su vez nutrió el proceso de inferencia y mejora la comprensión de los factores de crecimiento en el contexto clínico.

La representación gráfica de las preferencias atribuidas al comportamiento de los factores de crecimiento en un grupo de pacientes demostró ser una herramienta valiosa para la toma de decisiones clínicas. Al facilitar la visualización de datos, los especialistas pueden tomar decisiones informadas y personalizadas, optimizando así los tratamientos de regeneración periodontal.

Esta investigación no solo proporciona un marco teórico robusto para la identificación y uso de factores de crecimiento, sino que también ofrece herramientas prácticas que pueden mejorar significativamente la calidad del tratamiento en periodoncia, contribuyendo a mejores resultados clínicos y una atención más centrada en el paciente.

Referencias

[1] Z. Wang, "Regulation of cell cycle progression by growth factor-induced cell signaling," *Cells,* vol. 10, no. 12, pp. 3327, 2021.

[2] Y. Lu, S.-J. Wang, and D.-H. Zou, "Progress in Application of Concentrated Growth Factor in Oral Tissue Regeneration," *Zhongguo yi xue ke xue Yuan xue bao. Acta Academiae Medicinae Sinicae,* vol. 45, no. 3, pp. 500-505, 2023.

[3] Y. Yamaguchi, A. Saito, M. Horie, A. Aoki, P. Micke, M. Ohshima, and K. Kappert, "Targeting hepatocyte growth factor in epithelial–stromal interactions in an in vitro experimental model of human periodontitis," *Odontology,* vol. 109, no. 4, pp. 912-920, 2021.

[4] Y. Choi, J. H. Yoo, J.-H. Lee, Y. Lee, M.-K. Bae, Y.-D. Kim, and H. J. Kim, "Connective tissue growth factor (CTGF) regulates the fusion of osteoclast precursors by inhibiting Bcl6 in periodontitis," *International journal of medical sciences,* vol. 17, no. 5, pp. 647, 2020.

[5] A. Salminen, M. Pietiäinen, S. Paju, T. Sorsa, P. Mäntylä, K. Buhlin, J. Sinisalo, and P. J. Pussinen, "Common complement factor H polymorphisms are linked with periodontitis in elderly patients," *Journal of Periodontology,* vol. 93, no. 11, pp. 1626-1634, 2022.

[6] S. Panda, A. Purkayastha, R. Mohanty, R. Nayak, A. Satpathy, A. C. Das, M. Kumar, G. Mohanty, S. Panda, and M. D. Fabbro, "Plasma rich in growth factors (PRGF) in non-surgical periodontal therapy: a randomized clinical trial," *Brazilian Oral Research,* vol. 34, pp. e034, 2020.

[7] M. E. Galarraga‐Vinueza, S. Barootchi, M. L. Nevins, M. Nevins, R. J. Miron, and L. Tavelli, "Twenty‐five years of recombinant human growth factors rhPDGF‐BB and rhBMP‐2 in oral hard and soft tissue regeneration," *Periodontology 2000,* vol. 94, no. 1, pp. 483-509, 2024.

[8] M. M. Meghil, O. Mandil, M. Nevins, M. H. Saleh, and H.-L. Wang, "Histologic evidence of oral and periodontal regeneration using recombinant human platelet-derived growth factor," *Medicina,* vol. 59, no. 4, pp. 676, 2023.

[9] B. Karcı, and H. B. Savas, "Comparison of growth factor levels in injectable platelet-rich fibrin obtained from healthy individuals and patients with chronic periodontitis: a pilot study," *BMC Oral Health,* vol. 24, no. 1, pp. 527, 2024.

[10] X. Li, X. Han, W. Yu, X. Chen, Y. Wu, and L. Lu, "Correlation between Transforming Growth Factor‐β and Periapical Lesions in Patients with Chronic Apical Periodontitis," *Journal of Healthcare Engineering,* vol. 2022, no. 1, pp. 2173434, 2022.

[11] S. M. McCauley, and M. H. Christiansen, "Language learning as language use: A cross-linguistic model of child language development," *Psychological review,* vol. 126, no. 1, pp. 1, 2019.

[12] Z. Wu, J. Xu, X. Jiang, and L. Zhong, "Two MAGDM models based on hesitant fuzzy linguistic term sets with possibility distributions: VIKOR and TOPSIS," *Information Sciences,* vol. 473, pp. 101-120, 2019.

[13] 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.

[14] 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.

[15] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, A. Febles-Estrada, and J. Gulín-González, "Modelo para el análisis de escenarios basado en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad,* vol. 17, pp. 375-390, 2013.

[16] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[17] 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.

[18] 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.

[19] 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.

[20] 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.

[21] 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.

[22] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.

[23] 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.

[24] 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.

[25] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[26] T. Takayama, K. Imamura, and S. Yamano, "Growth Factor Delivery Using a Collagen Membrane for Bone Tissue Regeneration," *Biomolecules,* vol. 13, no. 5, pp. 809, 2023.

[27] X. Zhao, W. Liu, Z. Wu, X. He, Y. Tang, Q. He, C. Lin, Y. Chen, G. Luo, and T. Yu, "Hepatocyte growth factor is protective in early stage but bone‐destructive in late stage of experimental periodontitis," *Journal of Periodontal Research,* vol. 59, no. 3, pp. 565-575, 2024.

[28] Ö. Solakoglu, G. Heydecke, N. Amiri, and E. Anitua, "The use of plasma rich in growth factors (PRGF) in guided tissue regeneration and guided bone regeneration. A review of histological, immunohistochemical, histomorphometrical, radiological and clinical results in humans," *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger,* vol. 231, pp. 151528, 2020.

[29] K. Saiki, Y. Urano-Tashiro, Y. Yamanaka, and Y. Takahashi, "Phylloquinone is preferable over menadione as a growth factor for Porphyromonas gingivalis," *Journal of Oral Biosciences,* vol. 65, no. 4, pp. 273-279, 2023.

[30] G. Isola, G. M. Tartaglia, S. Santonocito, A. Chaurasia, A. Marya, and A. Lo Giudice, "Growth differentiation factor-15 and circulating biomarkers as predictors of periodontal treatment effects in patients with periodontitis: a randomized-controlled clinical trial," *BMC Oral Health,* vol. 23, no. 1, pp. 582, 2023.

[31] Z. Shen, A. Letra, and R. M. Silva, "MicroRNAs markedly expressed in apical periodontitis cooperatively regulate cytokines and growth factors promoting an anti-inflammatory response," *Journal of Endodontics,* vol. 49, no. 3, pp. 286-293, 2023.

[32] Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., Vergara-Romero, A., & Ricardo, J. E. "Analyzing the Income-Education Nexus in Ecuador: A Neutrosophic Statistical Approach". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 66, pp 196-203, 2024

[33] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., & Albán, T. D. B. "Análisis del rendimiento académico estudiantil en función de la calidad del proceso de enseñanza y la experiencia de clase". Revista Conrado, vol. 19 núm. 93, pp 304-313, 2023

[34] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[35] Posso López, D. F. "Delitos informaticos transnacionales y su incidencia en la impunidad en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua en el periodo 2021" (Master's thesis), 2022.

[36] Núñez Paredes, B. M. "La justicia restaurativa en la normativa ecuatoriana en el procedimiento expedito de violencia contra la mujer o miembros del núcleo familiar-Ambato año 2021" (Master's thesis), 2022.

[37] Costa Torres, G. J. "El delito de peculado: análisis comparativo entre las legislaciones ecuatoriana, peruana y española en el año 2021" (Master's thesis), 2022.

[38] Quishpe Valenzuela, J. O. "Aplicación de la criminología clinica en las investigaciones forenses del delito de robo de automotores en la ciudad de Quito durante el año 2021" (Master's thesis), 2022.

[39] Donoso Estrada, S. V. "Derecho de rehabilitación frente libre albedrío de privados de libertad en cárcel de Riobamba 2021" (Master's thesis), 2022.

Recibido: 9 de octubre de 2024. Aceptada: 6 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para el control de perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas

Neutrosophic method for the control of profiles of victims of sexual violence with the presence of psychoactive substances

Pablo Martin Hinostroza Medina[1], Denisse Isabel Suaste Pazmiño[2], and Karla Indira Hurtado Serrano[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.pablomhm58@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.denissesuaste@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.karlahs43@uniandes.edu.ec

Resumen. La violencia sexual relacionada con el consumo de sustancias psicoactivas representa un problema complejo y multifactorial con graves consecuencias para las víctimas y la sociedad. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para el control de perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas. El control de estos perfiles permite analizar la relación entre el consumo de estas sustancias y los casos de violencia sexual, con el fin de identificar patrones, factores de riesgo y consecuencias asociadas. Los resultados indican que el consumo de sustancias psicoactivas, especialmente el alcohol, aumenta la vulnerabilidad a la violencia sexual. Es necesario identificar factores de riesgo adicionales, como antecedentes de violencia, entornos socioculturales permisivos y desigualdades socioeconómicas; así como, abarcar las consecuencias, daños físicos, psicológicos y sociales significativos. La importancia de los análisis toxicológicos y los exámenes médico-forenses para documentar estos casos, fomentaría la necesidad de políticas y protocolos adaptados que promuevan la sensibilización, la educación y el fortalecimiento de los sistemas de justicia.

Palabras Claves: método neutrosófico, abuso de sustancias psicoactivas, drogas ilícitas, delitos sexuales.

Abstract. Sexual violence related to the consumption of psychoactive substances represents a complex and multifactorial problem with serious consequences for victims and society. The present research aims to develop a neutral-sophical method for the control of profiles of victims of sexual violence with the presence of psychoactive substances. The control of these profiles allows to analyze the relationship between the consumption of these substances and cases of sexual violence, in order to identify patterns, risk factors and associated consequences. The results indicate that the consumption of psychoactive substances, especially alcohol, increases vulnerability to sexual violence. It is necessary to identify additional risk factors, such as a history of violence, permissive sociocultural environments and socioeconomic inequalities; as well as to cover the consequences, significant physical, psychological and social damage. The importance of toxicological analyses and forensic medical examinations to document these cases would foster the need for adapted policies and protocols that promote awareness, education and the strengthening of justice systems.

Keywords: neutrosophic method, psychoactive substance abuse, illicit drugs, sexual crimes

1 Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la violencia sexual de manera amplia, abarcando cualquier actividad sexual que se lleve a cabo mediante coacción, así como aquellas situaciones en las cuales la persona no puede dar su consentimiento debido al consumo de alcohol o sustancias estupefacientes [1].

Las sustancias psicoactivas son una variedad de compuestos, ya sean naturales o sintéticos, que ejercen su influencia en el sistema nervioso, provocando modificaciones en las funciones que controlan el pensamiento, las emociones y el comportamiento [2]. Estos compuestos pueden llevar a que el paciente sufra una sumisión química,

que se refiere a la administración no consensuada de sustancias psicoactivas a una persona con fines delictivos, con el objetivo de manipular su voluntad o alterar su comportamiento [3, 38].

Las sustancias psicoactivas pueden llevar a que el paciente sufra una sumisión química que se refiere a la administración no consensuada de sustancias psicoactivas a una persona con fines delictivos, con el objetivo de manipular su voluntad o alterar su comportamiento. En este contexto, los efectos de la sustancia pueden impedir que la víctima otorgue su consentimiento de manera libre y voluntaria, según lo establecido por la ley, o que pueda oponer resistencia a su agresor [3, 43].

La administración de la sustancia puede realizarse de manera sigilosa o aprovechar los efectos de la misma para cometer el delito, ya que reduce la capacidad de la víctima para identificar situaciones de peligro o resistirse a la agresión [4, 44]. Sin embargo, los delitos más frecuentes son de índole sexual y la víctima es, en su mayoría, una mujer joven menor de 30 años. El escenario característico implica a una mujer joven que ha ingerido bebidas alcohólicas y que, al despertar en un lugar desconocido, se encuentra semidesnuda, sin comprender completamente lo sucedido, con la sensación de haber participado en alguna forma de actividad sexual sin su consentimiento [5].

Es esencial comprender el Código Integral Penal (2014) proporciona un marco sólido para la protección legal, la investigación efectiva, la atención adecuada a las víctimas y la prevención de la violencia sexual en casos relacionados con la presencia de sustancias psicoactivas, en los artículos 171-174 en Ecuador en relación con la presencia de sustancias psicoactivas en las víctimas de violencia sexual ya que proporciona las directrices necesarias para proteger los derechos de las víctimas y garantizar una aplicación justa de la ley. La presencia de sustancias psicoactivas en las víctimas puede complicar la investigación y persecución del delito, lo que subraya la importancia de tener claridad legal sobre cómo abordar estos casos [6, 39].

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para el control de perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas. El control de estos perfiles permite analizar la relación entre el consumo de es-tas sustancias y los casos de violencia sexual, con el fin de identificar patrones, factores de riesgo y consecuencias asociadas. Además, se busca investigar las implicaciones legales, sociales y de salud pública de esta problemática, así como proponer estrategias efectivas de prevención, detección, atención y protección para las víctimas.

2 Preliminares

Según la OMS considera violencia sexual a los actos que van desde el acoso verbal a la penetración forzada y una variedad de tipos de coacción, desde la presión social y la intimidación a la fuerza física [7, 45].

Factores de riesgo [8]:

- **Consumo de sustancias psicoactivas:** La utilización de sustancias psicoactivas, ya sea por parte del agresor o de la víctima, puede incrementar la probabilidad de que ocurra una violación sexual [9]. La alteración del estado de conciencia puede obstaculizar la capacidad para percibir señales de peligro y disminuir la habilidad de resistir.
- **Historial de violencia o abuso sexual:** Las personas con antecedentes de violencia sexual tanto la víctima como el agresor podrían tener un mayor riesgo de cometer o ser víctimas de una violación sexual.
- **Entorno social y cultural:** Mantienen la desigualdad de género y la objetivación de las personas puede ser un factor que contribuya al riesgo de violación sexual. Entornos que consideran la agresión sexual como algo normal o minimizan su seriedad también pueden dar lugar a un aumento en la incidencia de estos casos.
- **Falta de educación sexual y conciencia:** La falta de educación sexual deja a las personas vulnerables al desconocimiento de límites y consentimiento, así como a la perpetuación de mitos y estigmas. Esto dificulta la identificación y denuncia del abuso, aumentando el riesgo de ser víctimas de violación sexual.
- **Desigualdades socioeconómicas:** Pueden aumentar la vulnerabilidad de las personas a la violación sexual. La falta de recursos y acceso a servicios de apoyo puede dificultar la recuperación y la denuncia del delito.

Síntomas y signos de una violación sexual:

Según la OMS, los principales signos y síntomas de una violación sexual incluyen lesiones genitales y extra genitales, traumatismo psicológico, así como la posibilidad de contraer diversas enfermedades infecciosas como hepatitis, infección por Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH), infección por Virus del Papiloma Humano (HPV), y otras Infecciones de Transmisión Sexual (ITS) como sífilis, gonorrea, infección por clamidias y tricomoniasis, además de complicaciones como vaginosis bacteriana y el riesgo de embarazo [10, 40, 46].

Consecuencias de la violencia y coacción sexual [11]*:*

Salud reproductiva:

- Traumatismo ginecológico
- Embarazo no planeado

- Aborto inseguro
- Disfunción sexual
- Infecciones de transmisión sexual (VIH, HPV, sífilis, gonorrea, clamidia, tricomoniasis)
- Fístula Traumática

Salud mental:

- Depresión
- Trastorno por estrés postraumático
- Ansiedad
- Dificultades del sueño
- Comportamiento suicida
- Trastorno de pánico

Conductuales

- Iniciación sexual consensual temprana, múltiples compañeros íntimos, abuso de alcohol, drogas.

Resultados mortales

- Muerte por: Suicidio, complicaciones del embarazo, aborto inseguro, sida, asesinado durante la violación o en defensa del honor.
- Infanticidio de un niño nacido como resultante de una violación.

La mayoría de las lesiones físicas derivadas de la violación son generalmente leves, aunque se han observado lesiones graves en el tercio superior de la vagina. Sin embargo, los síntomas psicológicos asociados con la violación pueden ser aún más significativos. A corto plazo, los afectados suelen experimentar miedo, pesadillas, trastornos del sueño, ira, vergüenza y culpa, a veces combinados. Además, muchos de ellos pueden tener dificultades para recordar partes esenciales del evento

Inmediatamente después de la agresión, el comportamiento de la víctima puede variar desde la expresión verbal y llanto hasta la manifestación de shock, desconfianza o una aparente falta de emoción. Este último caso no suele indicar falta de interés, sino que más bien refleja reacciones de evitación, agotamiento físico o una forma de lidiar con el conflicto que implica un control de las emociones. La ira puede desplazarse hacia el personal hospitalario o los miembros de la familia [5, 37, 41].

En este contexto, la implementación de la lógica neutrosófica puede contribuir significativamente en la identificación de patrones de conducta similares, que contribuyan a prevenir delitos de violencia sexual.

3 Lógica neutrosófica

La lógica neutrosófica (NL) es un armazón general para unificación de muchas lógicas existentes. Generaliza la lógica borrosa (especialmente la lógica intuicionista borrosa). La idea importante de NL es caracterizar cada declaración lógica en un espacio 3D neutrosófico, donde cada dimensión del espacio representa la verdad (T) respectivamente, la falsedad (F), y indeterminancia (I) de la declaración baja consideración, donde T, I, F son estandarte o no estandarte real subconjunto de [-0, 1+] [[12], [13, 37].

La unidad de intervalo clásico [0,1] se puede usado. T,I,F son componentes independientes dejando espacio para información incompleta (cuando la suma superior <1); para consecuente e información contradictoria; (cuando el suma superior >1) o información completa (suma de componentes =1)[14], [15], [13, 47].

Los conjuntos neutrosóficos son una generalización de conjunto borroso (espacialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F) y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F[16-19]

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependiente de muchos parámetros desconocidos o conocidos [14], [20], [21].

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a un problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [22] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [23, 42] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [24-26].

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \tag{1}$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x),: X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b,

$c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

4. Diseño del método para el control de perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas

El método propuesto consta de tres procesos principales, selección de perfiles, evaluación de las alternativas y selección de la base de conocimiento del perfil de semejanza. La Figura 1 muestra un esquema con el funcionamiento general del método propuesto.

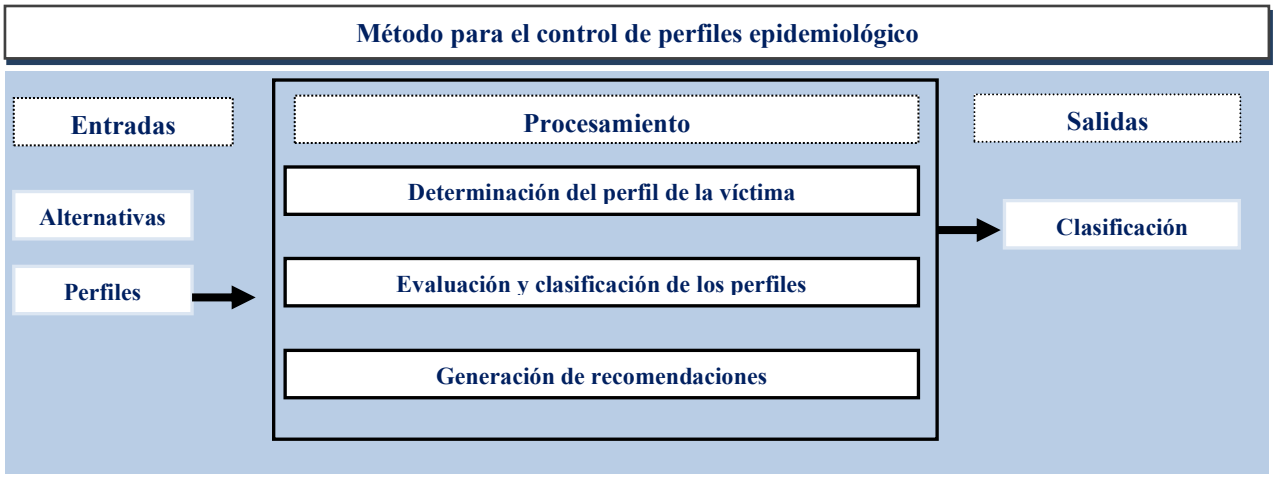


Figura1: Esquema general del funcionamiento del método para el control de perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas.

A continuación, se presenta el flujo de trabajo. Está basado fundamentalmente en la propuesta de [27, 28], para sistemas de recomendación basados en conocimiento permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN [29-31] [37, 38]. La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta es presentada a continuación.

4.1 Creación de la base de datos con los perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas

Cada una de las víctimas a_i será descrita por un conjunto de características que conformarán el perfil de control.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \tag{2}$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa a partir de los algoritmos computacionales utilizados para la captura de datos de las bases de datos actualizadas:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \tag{3}$$

Las valoraciones de las características de las víctimas, a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos [32, 33]. Una vez descritas el conjunto de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas, las cuales representan las alternativas:

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \tag{4}$$

Los perfiles son guardados en una base de datos para su posterior recuperación.

4.2 Obtención del perfil de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas

En esta actividad se determina la información de los perfiles de violencia sexual, sobre las preferencias de estos almacenándose en un perfil de modo que:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \quad (5)$$

El perfil estará integrado por un conjunto de atributos que caracterizan a las víctimas:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \quad (6)$$

Donde $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional y mediante ejemplos los cuales pueden ser adaptados [34, 39].

4.3 Filtrado de los perfiles

En esta actividad se filtran los perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas, de acuerdo al perfil que se seleccionó como ejemplo, para devolver los perfiles que más se asemejan al que constituye objeto de interés.

Con este propósito es calculada la similitud entre el perfil de la víctima, P_e introducida como ejemplo inicial y cada perfil disponible $a_j$registrado en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left(\left| a_{ij} - a_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| b_{ij} - b_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| c_{ij} - c_j^* \right| \right)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (7)$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil tomado como referencia y los almacenados, a_j[35].

4.4 Generación de recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil de una víctima de violencia sexual facilitada por el consumo de sustancias psicoactivas tomado como referencia, y los almacenados en la base de datos, cada uno de los perfiles se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representados por el siguiente vector de similitud .

$$D = (d_1, \dots, d_n) \quad (8)$$

Tras calcular el vector de similitud, se procede a ordenar los perfiles en función de los valores de similitud obtenidos. Esta operación se puede realizar utilizando un algoritmo de ordenación, como *quicksort* o *mergesort*, que permite reorganizar los perfiles en un orden decreciente de similitud. La selección de los perfiles más relevantes se realiza tomando los d_n primeros elementos del vector, que representan las recomendaciones más pertinentes para el perfil dado. Este enfoque matemático y computacional proporciona un mecanismo riguroso para generar recomendaciones informadas, basadas en la similitud entre características clave del perfil de interés y los perfiles almacenados.

5 Implementación del método propuesto

La presente sección describe la implementación del método propuesto para el control de perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas. A continuación se presenta un ejemplo demostrativo a partir del cual se parte de la base de datos que posee:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,}, c_5\}$$

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [36].

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)

La Tabla 2 muestra una vista con los datos utilizado en este ejemplo.

Tabla 2: Base de datos de víctimas de violencia sexual.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	B	M	B	MB
a_2	MB	B	B	MB
a_3	M	MMB	B	B
a_4	M	MDB	B	MMB
a_5	MMB	B	M	MDB
a_6	MD	B	M	B
a_7	B	MMB	B	MMB

Si un especialista u_e, desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo expresando sus perfiles de control de víctimas. En este caso:

$$P_e = \{\text{MB}, \text{B}, \text{B}, \text{MDB}\}$$

El siguiente paso es el cálculo de la similitud entre el perfil de una víctima de violencia objeto de análisis y los perfiles almacenados en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre los perfiles almacenados y el perfil inicial.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
0.30	0.90	0.25	0.25	0.30	0.25	0.10

En la fase de recomendación se recomendará aquel perfil que más se acerquen al perfil inicial. Un ordenamiento de los perfiles basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_2, a_1, a_5, a_3, a_4, a_6, a_7\}$$

En caso de que el sistema recomendará los dos casos más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_2, a_1$$

La aplicación de las recomendaciones provee una vecindad lo más cercano al perfil comparativo para el ejemplo en cuestión la solución es:

$$a_2$$

Los resultados del sistema de recomendación para el control de perfiles de víctimas de violencia sexual con presencia de sustancias psicoactivas revelan la capacidad del modelo para identificar y priorizar casos que comparten características críticas con el perfil de referencia. Esta herramienta proporciona recomendaciones personalizadas que pueden facilitar la intervención temprana y el apoyo específico para estas víctimas, lo que es fundamental en un contexto tan delicado.

La utilidad del sistema radica no solo en su potencial para mejorar la atención psicosocial y médica, sino también en su función como una plataforma de análisis que podría guiar a los investigadores y responsables políticos en la comprensión de patrones, tendencias y factores de riesgo asociados a este fenómeno. Además, al abordar un tema tan sensible, es crucial considerar la ética en el uso de los datos, asegurando la confidencialidad y el consentimiento de las víctimas, así como la implementación de protocolos que eviten la revictimización. Este método contribuye a la creación de un entorno seguro y más consciente de las necesidades únicas de estas víctimas,

aportando datos de interés para la lucha contra la violencia de género.

6 Discusiones

Es importante señalar que el consumo de sustancias psicoactivas está influenciado por factores sociales, culturales, económicos y biológicos. La prevención y el tratamiento de los problemas relacionados con el consumo de estas sustancias a menudo requieren enfoques integrales que aborden estos diversos aspectos [11, 40].

La violencia sexual bajo la influencia de sustancias psicotrópicas ocurre con mayor frecuencia en situaciones donde el uso de drogas o alcohol es común. Ambientes como fiestas, eventos sociales o lugares de entretenimiento, donde es común el uso de sustancias psicoactivas, son escenarios propicios para que se presente este tipo de violencia [3]. Negarse a consumir estas sustancias puede conducir a situaciones de vulnerabilidad en las que las personas tienen más probabilidades de convertirse en víctimas de violencia sexual. De manera similar, los momentos de riesgo pueden ser conocidos interpersonales o reuniones informales, especialmente aquellas que involucran una sustancia [1]. Socializar en entornos recreativos o recreativos como bares y clubes puede promover un juicio desenfrenado y deteriorado, aumentando el potencial de agresión sexual [10, 46].

La sumisión química implica la administración no consensuada de sustancias psicoactivas para controlar o manipular la voluntad de una persona. Por lo que, en algunos casos, la violencia sexual bajo la influencia de sustancias psicotrópicas puede ocurrir en una relación de confianza distorsionada, donde una persona puede abusar de la vulnerabilidad causada por el uso de sustancias [7, 41]. Además, las situaciones en las que hay problemas de abuso de sustancias pueden estar asociadas con un mayor riesgo de violencia sexual. Es importante enfatizar que estos son solo algunos de los escenarios en los que puede ocurrir este tipo de violencia y que su prevención requiere un enfoque holístico que aborde tanto el uso responsable de drogas como la concientización sobre el consentimiento y la prevención de la violencia sexual en general.

Los exámenes médicos a las víctimas de violencia sexual son un componente crucial de la evaluación forense, que busca documentar las lesiones físicas, reunir evidencia y brindar atención médica integral. Durante estas pruebas se tienen en cuenta tanto la salud inmediata de la víctima como el proceso legal en caso de denuncia, que incluyen pruebas de enfermedades de transmisión sexual, registro de lesiones externas y lesiones internas, así como la evaluación del estado físico y emocional de las víctimas. [37, 47]

Para garantizar la protección de las víctimas de violencia sexual relacionada con el uso de drogas, es fundamental establecer políticas éticas sólidas que aborden tanto la prevención como la respuesta a estos casos. Esto implica promover la conciencia sobre el consentimiento informado y la responsabilidad personal en entornos donde el consumo de sustancias es común. Además, es crucial implementar programas de educación y apoyo que aborden el abuso de drogas y la violencia sexual de manera integral. Asimismo, se deben establecer protocolos claros y sensibles para la atención y el seguimiento de las víctimas, asegurando su confidencialidad y acceso a servicios de salud mental y apoyo legal [3, 42].

7 Conclusión

El consumo de sustancias psicoactivas, especialmente el alcohol, incrementa la susceptibilidad a la violencia sexual debido a sus efectos en la conciencia y resistencia, facilitando la perpetración de tales actos. Factores como antecedentes de violencia, entornos socioculturales permisivos y desigualdades socioeconómicas también contribuyen a este problema. Las consecuencias son diversas, afectando física, psicológica y socialmente a las víctimas, con lesiones, enfermedades de transmisión sexual y traumas emocionales, además de enfrentar estigmatización y dificultades para acceder a servicios de apoyo.

La importancia de análisis toxicológicos y exámenes médico-forenses es crucial para documentar y abordar estos casos, recopilando evidencia y brindando atención médica y apoyo legal. Se destaca la necesidad de adaptar políticas y protocolos existentes, promoviendo sensibilización, educación y fortalecimiento del sistema de justicia, así como asegurando acceso a servicios especializados para víctimas. La complejidad del problema demanda un enfoque multidisciplinario para prevención, detección y atención adecuada, entendiendo factores de riesgo, consecuencias e implicaciones legales y sociales para desarrollar estrategias efectivas y apoyar a las víctimas. Estos hallazgos guían el desarrollo de políticas, programas de prevención y servicios de atención, además de sentar bases para investigaciones futuras que profundicen y propongan intervenciones innovadoras.

Referencias

[1] W. H. Organization, *Addressing violence against women and HIV/AIDS: What works?*: World Health Organization, 2010.

[2] A. Tizoc-Marquez, K. Rivera-Fierro, U. Rieke-Campoy, and M. Cruz-Palomares, "Reducción de daños como estrategia para el uso y abuso de sustancias en México: desafíos y oportunidades," *Ra Ximhai,* vol. 13, no. 2, pp. 39-51, 2017.

[3] A. Xifró-Collsamata, A. Pujol-Robinat, E. Barbería-Marcalain, A. Arroyo-Fernández, A. Bertomeu-Ruiz, F. Montero-Núñez, and J. Medallo-Muñiz, "Estudio prospectivo de la sumisión química con finalidad sexual en Barcelona," *Medicina Clínica,* vol. 144, no. 9, pp. 403-409, 2015.

[4] C. García-Caballero, A. Cruz-Landeira, and Ó. Quintela-Jorge, "Sumisión química en casos de presuntos delitos contra la libertad sexual analizados en el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (Departamento de Madrid) durante los años 2010, 2011 y 2012," *Revista Española de Medicina Legal,* vol. 40, no. 1, pp. 11-18, 2014.

[5] E. López Hidalgo, "Sumisión química. Guía informativa para adolescentes y jóvenes," *Cuadernos de medicina forense,* vol. 24, no. 1-2, pp. 23-26, 2018.

[6] C. O. I. Penal, "Código Orgánico Integral Penal," *Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones, Legislación Conexa. Versión Profesional*, 2014.

[7] M. García, M. D. Pérez-Cárceles, E. Osuna, and I. Legaz, "Drug-facilitated sexual assault and other crimes: A systematic review by countries," *Journal of forensic and legal medicine,* vol. 79, pp. 102151, 2021.

[8] E. R. Rivero, E. Bonilla-Algovia, and J. J. Vázquez, "Factores de riesgo asociados al consumo de sustancias en mujeres víctimas de maltrato en contexto de pobreza," *Anales de Psicología/Annals of Psychology,* vol. 36, no. 1, pp. 173-180, 2020.

[9] Y. R. de Souza Costa, S. N. Lavorato, and J. J. C. M. de Campos, "Violence against women and drug-facilitated sexual assault (DFSA): a review of the main drugs," *Journal of forensic and legal medicine,* vol. 74, pp. 102020, 2020.

[10] P. Prego-Meleiro, G. Montalvo, C. Garcia-Ruiz, B. B. Serrano, S. Ayuso-Tejedor, C. M. Morales, and O. Quintela-Jorge, "An approximation to the identification of contexts, experiences, and profiles of victims of drug-facilitated sexual assaults," *Journal of forensic and legal medicine,* vol. 90, pp. 102376, 2022.

[11] V. Rodriguez Narvaez, "Reflexiones en torno a la violencia sexual: consecuencias y acciones," *Revista Medica Herediana,* vol. 33, no. 3, pp. 214-220, 2022.

[12] F. Smarandache, "A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141: American Research Press, 1999.

[13] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.

[14] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[15] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.

[16] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.

[17] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.

[18] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.

[19] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[20] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realității neconvențională*: Infinite Study, 2012.

[21] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[22] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[23] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[24] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.

[25] N. ValcÃ, and M. Leyva-VÃ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, pp. 45-51, 2018.

[26] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.

[27] L. G. P. Cordón, "Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Universidad de Jaén, 2008.

[28] M. R. M. Arroyave, A. F. Estrada, and R. C. González, "Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words]," *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 15, no. 1, pp. 80, 2016.

[29] 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.

[30] 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.

[31] 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.

[32] 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.

[33] 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.

[34] L. Pérez, "Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Tesis doctoral. Universidad de Jaén, 2008.

[35] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words," *Ingenieria y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 7-22, 2015.

[36] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[37] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[38] Moncayo, V. E. V., Ricardo, J. E., Mosquera, G. A. C., & Salcedo, V. H. L. "El derecho a la tutela judicial efectiva y el derecho a la igualdad de las personas con discapacidad en relación con la estabilidad laboral". Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, vol. 10, pp 161-173, 2022.

[39] Estupiñan, R. J., Fernández, A. J. R., Sánchez, I. R. A., Cobas, D. E. P., & Soto, O. E. V. "Producción científica y visibilidad de investigadores UNIANDES en SCOPUS: estudio bibliométrico retrospectivo en Ecuador". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34 núm. 1, pp 31, 2023.

[40] Estupiñan, R. J., Vázquez, M. Y. L., Gómez, S. D. Á., Manzanet, J. E. A., Soto, O. E. V., & Guzmán, A. A. R. "La aplicación de la neutrosofía en las ciencias médicas: una revisión bibliográfica narrativa". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34 núm. 1, pp 32, 2023.

[41] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021.

[42] Feigenblatt, O. F. V., & Estupiñán Ricardo, J. "El reto de la sostenibilidad en los países en desarrollo: el caso de Tailandia". Revista Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 394-402, 2023.

[43] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[44] Márquez-Carriel, G., Vergara-Romero, A., Márquez-Sánchez, F., & Albán-Molestina, G. "Bidependencia Internacional en Ecuador: Estados Unidos y China". Revista Científica ECOCIENCIA, vol. 9 núm. 6, pp 1-19, 2022.

[45] Vergara-Romero, A., Jimber-del-Río, J. A., & Márquez-Sánchez, F. "Food autonomy within food sovereignty: Evidence from a structural model". Agronomy, vol. 12 núm. 5, pp 1141, 2022.

[46] Leonard, Y. G., Sánchez, F. M., del Río, J. A. J., & Romero, A. V. "Capítulo 4. Tourist destination management and cultural heritage: a perspective of the city of Havana" La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinaria, p. 93. Thomson Reuters Aranzadi, 2022.

[47] Márquez-Carriel, G., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Relationship between the people's Republic of China and the Republic of Ecuador: a perspective from the dependency theory." Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 2, pp 49-62, 2023.

Recibido: 8 de octubre de 2024. Aceptada: 5 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Lógica difusa neutrosófica para medir el potencial regenerativo de la fibrina rica en plaquetas y leucocitos (L-PRF) en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales

Neutrosophic fuzzy logic to measure the regenerative potential of platelet- and leukocyte-rich fibrin (L-PRF) in bone and periodontal health of oral tissues

Gabriela Ximena Marín Vega[1], Lourdes Elizabeth Menéndez Oña[2], and Delia María Villacrés Yancha[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; uq.gabrielamv05@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; uq.lourdesmo79@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; uq.deliavy72@uniandes.edu.ec

Resumen. El L-PRF (Leukocyte-Platelet Rich Fibrin, una segunda generación de concentrados plaquetarios) mejora significativamente la cicatrización de heridas en tejidos blandos y duros. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para medir el potencial regenerativo de la fibrina rica en plaquetas y leucocitos en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales. Los resultados obtenidos con la implementación del método neutrosófico evidencian que el uso de PRF como llenado y biomaterial antihemorrágico durante las extracciones dentales parece una opción eficaz en pacientes de cirugía cardiaca bajo terapia anticoagulante. A diferencia de plasma rico en plaquetas (PRP), que es un gel o una suspensión, de leucocitos rico en plaquetas el (L-PRF) es una membrana de fibrina 3D generada de la centrifugación de la sangre entera en un tubo precipitador que no contiene anticoagulante, dando como resultado un coágulo de fibrina que tiene abundantes factores de crecimiento y citoquinas. Además, el PRF es mucho más barato que la fibrina colas y la mayoría de los kits de PRP disponibles.

Palabras Claves: números neutrosófico, L-PRF, salud ósea y periodontal, cirugía cardiaca.

Abstract. L-PRF (Leukocyte-Platelet Rich Fibrin, a second generation of platelet concentrates) significantly improves wound healing in soft and hard tissues. The present research aims to develop a neutrosophic method to measure the regenerative potential of platelet- and leukocyte-rich fibrin in bone and periodontal health of oral tissues. The results obtained with the implementation of the neutrosophic method show that the use of PRF as a filler and antihemorrhagic biomaterial during dental extractions seems to be an effective option in cardiac surgery patients under anticoagulant therapy. Unlike platelet-rich plasma (PRP), which is a gel or suspension, leukocyte-rich platelet-rich plasma (L-PRF) is a 3D fibrin membrane generated from the centrifugation of whole blood in a precipitator tube that contains no anticoagulant, resulting in a fibrin clot that is abundant in growth factors and cytokines. Additionally, PRF is much cheaper than fibrin glues and most PRP kits available.

Keywords: neutrosophic numbers, L-PRF, bone and periodontal health, cardiac surgery.

1 Introducción

A lo largo de los años, los avances en medicina regenerativa han sido impulsados por la constante búsqueda de métodos más efectivos y seguros para abordar la pérdida de tejido en la cavidad oral, desde injertos óseos hasta materiales sintéticos. En este contexto, el L-PRF surge como una evolución significativa en la aplicación de terapias de regeneración ósea, superando limitaciones previas y ofreciendo resultados prometedores en la regeneración de tejidos óseos y periodontales [1].

La fibrina rica en plaquetas y leucocitos (L-PRF) se desenvolvió primero como biomaterial autólogo en Francia desde 2001 [2]. Al contrario de otros productos ricos en plaquetas, en esta práctica no demanda ni anticoagulante

ni trombina bovina. Esto con lleva que la fibrina rica en plaquetas y leucocitos va a ser la segunda generación de concentrado de plaquetas [3, 50].

Sin un anticoagulante, la mayoría de las plaquetas se activan unos pocos minutos después de contactar las paredes del tubo, lo que inicia la cascada de coagulación. El fibrinógeno es inicialmente concentrado en la parte superior del tubo, antes de la trombina circulante transforma en fibrina. Un coágulo de fibrina se forma en la mitad del tubo, justo entre los glóbulos rojos en la parte inferior y el plasma acelular en la parte superior [4].

El interés de esta técnica obedece enteramente de la rapidez de la extracción de sangre y el traspaso a la centrifugadora. Sin el anticoagulante, las muestras de sangre empiezan a coagular casi seguidamente tras el contacto con el tubo de vidrio, y en unos pocos minutos se tarda en la centrifugación para concentrar el fibrinógeno en parte media y superior del tubo [5, 49].

La regeneración de tejidos está dada por una diversidad de acciones intra y extracelulares que son controladas por las proteínas de señalización y un proceso complejo que obedece a una sucesión de eventos que contienen: unión, la migración y la proliferación celular [6].

El L-PRF está desarrollado para mejorar el crecimiento y la proliferación de los osteoblastos. Facilita una importante disminución en el tiempo de recuperación de los tejidos blandos y parece una disminución en el dolor postoperatorio. Este método se destaca por aprovechar los recursos biológicos propios del paciente, minimizando riesgos de rechazo y ofreciendo un enfoque autólogo que se alinea con los principios de la medicina personalizada [7, 51].

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para medir el potencial regenerativo de la fibrina rica en plaquetas y leucocitos en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales. Con la implementación de este método se busca proporcionar una visión integral del potencial regenerativo de esta tecnología y fomentar una comprensión más profunda de su impacto en la práctica clínica odontológica.

2 Preliminares

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}, $A : S \to \{0,1\}$, y se define con una función característica:

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

Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto [8], [9]. Un conjunto difuso A es una aplicación de un conjunto referencial S en el intervalo [0, 1] $A: S \to [0,1]$, 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 [8], [10], [11]. Por el contrario cuanto más cercano esté el valor a 1 más podemos asegurar la pertenencia del elemento al conjunto [12-14] [52, 53, 54].

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 [15, 50].

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 [16], [17], [18]. 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 [19, 20]. Las funciones típicas de pertenencia más abordadas en la literatura científica son [21], [22], [23]: Función Triangular, Función Trapezoidal, Función Gaussiana.

Función Triangular: Definido por sus límites inferior a y superior b, y el valor modal m, tal que $a < m < b$ [24], [25], [26], [27].

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

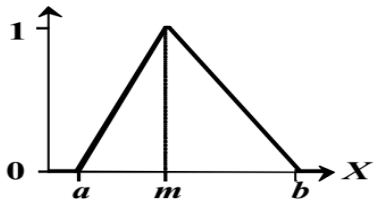


Figura. 1. Función triangular.

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], [25],[29][55] .

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

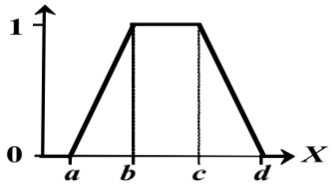


Figura. 2. Función trapezoidal.

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) [30], [31], [32].

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

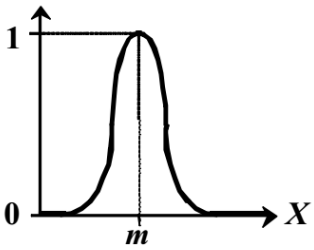


Figura. 3. Función gaussiana.

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 [33, 34, 51].

Las intersecciones ocurren en las conjunciones y las contribuciones, de forma parecida las uniones ocurren en las disyunciones y el global [35, 36, 56]. 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]. 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 [38, 52], [39, 49].

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 [40], [41], [42, 57]. La figura 4 muestra un esquema de un sistema expresado mediante lógica difusa.

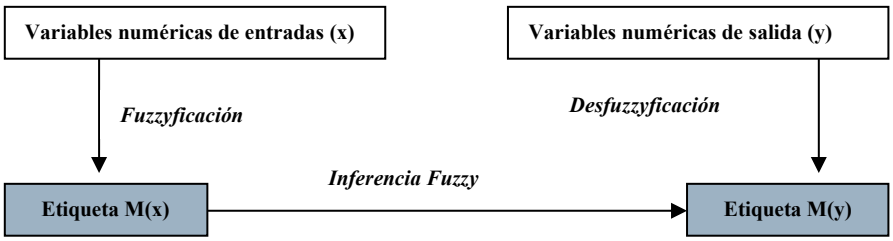


Figura. 4. Esquema de un sistema expresado mediante lógica difusa.

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

$$v\,(p) = (T, I, F) \quad (14)$$

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a la toma de decisiones y problemas de ingeniería, se realizó la propuesta de las Unidades Neutrosóficas de Valor Único. (SVN) [43],[44], [45, 53], que permiten el uso de variables lingüísticas [46], [47], 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.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (15)$$

3 Método difuso neutrosófico para medir el efecto de trastornos psicosociales y de salud

El método para medir el potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales basa su funcionamiento mediante la lógica difusa. Utiliza el proceso de inferencia basado en el Centroide o Centro de Gravedad (GOC) en la Desfuzzyficación numérica.

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. 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 [48]. Para eso se usa la ecuación 16:

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

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 potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal, el método implementa la lógica difusa, que tendrá como variables lingüísticas las etiquetas definidas en la tabla 1. Estos indicadores son estabilidad emocional, antecedentes psicosociales y de salud. Como variable de salida se tiene la evaluación del efecto de trastornos psicosociales y de salud. Se definió que cada una de estas variables de entrada o salida, tendrán asociadas las etiquetas de Baja, Media, Alta y Excelente. Para valorar el impacto que tienen las etiquetas lingüísticas de la variable de salida ver Tabla 1.

Tabla 1: Impacto de las etiquetas de la variable de salida.

Etiqueta	Impacto
Baja	Costo-Efectividad
Media	Eficiencia regenerativa
Alta	Seguridad y efectos secundarios

Seguridad y efectos secundarios: La seguridad en la aplicación del L-PRF es esencial, especialmente en pacientes con condiciones especiales, como aquellos en terapia anticoagulante. Este criterio involucra el monitoreo de cualquier efecto adverso asociado a su uso, como infecciones, hemorragias o reacciones alérgicas. Además, es fundamental realizar un seguimiento a largo plazo de los pacientes para evaluar la estabilidad de la regeneración ósea y periodontal y para detectar cualquier complicación asociada con el uso del L-PRF. La implementación de protocolos de estudio que incluyan ensayos clínicos controlados puede proporcionar datos sólidos sobre la seguridad del L-PRF.

Eficiencia regenerativa: Este criterio evalúa la capacidad del L-PRF para promover la cicatrización y regeneración de tejidos. Se pueden medir parámetros como la velocidad de cicatrización de heridas, la calidad del tejido regenerado (incluyendo vascularización y formación de hueso nuevo) y la integración de L-PRF con los tejidos circundantes. Establecer métricas objetivas, como el uso de biomarcadores específicos y estudios histológicos, permitirá cuantificar de manera precisa la eficiencia regenerativa del L-PRF en comparación con métodos convencionales o con el plasma rico en plaquetas (PRP).

Costo-Efectividad: Dado que el L-PRF es una alternativamente más económica que otras técnicas de regeneración, como la fibrina colas o los kits de PRP disponibles, este criterio analiza el balance entre costo y resultado en términos de regeneración tisular. Se debe llevar a cabo un análisis de costo-efectividad que considere no solo el costo del procedimiento inmediato, sino también los beneficios a largo plazo en términos de reducción de complicaciones, tiempos de tratamiento y mejor calidad de vida del paciente. Esta evaluación permitirá determinar la viabilidad económica del L-PRF como opción de tratamiento en diversas situaciones clínicas.

Para la etiqueta Baja la función de pertenencia asociada será la función triangular, tal que <0,4,5>. 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 <4,5,6,7>.

Para la etiqueta ALTA, de función de distribución gaussiana igualmente, será <6,7,8,9>.
La Figura 5 muestra las funciones de pertenencia de las etiquetas lingüísticas de las variables de entrada.

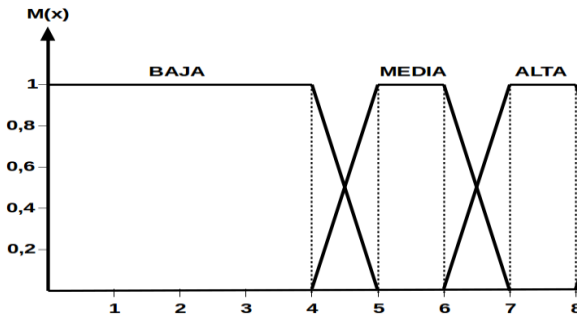


Figura 5. Funciones de pertenencia de las etiquetas lingüísticas de las variables de entrada.

Los valores de partencia expresado en las etiquetas lingüísticas pueden ser correspondido con los conjunto de términos lingüísticos neutrosóficos tal como muestra la tabla 2.

Tabla 2: Términos lingüísticos empleados.

Término lingüístico	Números SVN	Variables numéricas
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)	10
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)	9
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)	5
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)	7
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)	6
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)	5
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)	4
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)	3
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)	2
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)	1
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)	0

Utilizando le valoración de expertos en el tema se definieron las reglas de producción. Estas reglas garantizan que siempre la evaluación del potencial regenerativo de la L-PRF 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 medida del potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales. 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 potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales.

Se tienen los valores de entrada [3, 2, 5,] para los indicadores del potencial regenerativo de la L-PRF. 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 3. El cálculo de los grados de pertenencia se realiza según las funciones típicas de pertenencia.

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

Variables Lingüísticas	Etiqueta Bajo	Etiqueta Medio	Etiqueta Alto
1- Cicatrización de heridas.	(1,0,0)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)
2- Vascularización del tejido regenerado	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)
3- Mejora en los parámetros periodontales	(0.70,0.25,0.30)	(0.70,0.25,0.30)	(0.70,0.25,0.30)

- Mejoría en la cicatrización de heridas: Uno de los indicadores más evidentes de que está funcionando la regeneración es la evaluación de la cicatrización de heridas. Esto puede incluir la disminución del tiempo de cicatrización desde el momento de la intervención hasta la completa recuperación del tejido. Se pueden utilizar escalas de evaluación de heridas para medir parámetros como la reducción del tamaño de la herida, el cambio en el tejido (de exudado a granulación), y la aparición de epitelización. Un proceso de cicatrización más rápido y efectivo indica que el L-PRF está cumpliendo su función regenerativa.
- Vascularización del tejido regenerado: La formación de nuevos vasos sanguíneos (vascularización) es crítica para la salud y funcionalidad del tejido regenerado. Se puede evaluar mediante técnicas de imagen, como la ecografía Doppler o la angiografía, o mediante la observación clínica de riego sanguíneo en el área tratada. La presencia de una red vascular adecuada es indicativa de que el L-PRF está promoviendo un entorno favorable para la regeneración, garantizando el suministro de nutrientes y oxígeno necesarios para la curación.
- Mejora en los parámetros periodontales: En el caso de aplicaciones en salud periodontal, los indicadores clínicos podrían incluir la reducción de la profundidad de las bolsas periodontales y una mejora en la ganancia de inserción clínica (CIG). Estas mejoras pueden medirse mediante sondaje periodontal antes y después del tratamiento. Un descenso en la profundidad de las bolsas y un aumento en la CIG indicarían que el tratamiento con L-PRF está apoyando la regeneración del tejido periodontal y ayudando a restaurar la salud oral.

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 4 para la variable de salida potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales.

Tabla 4: Grados de pertenencia de los valores de entrada a los conjuntos difusos

Variables Lingüísticas	Etiqueta Bajo	Etiqueta Medio	Etiqueta Alto
Potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.8,0,15,0.20)

La Inferencia Fuzzy arroja como resultados que el grado de pertenencia de la variable de salida es de 1 para la etiqueta bajo y de 0,8 para la etiqueta medio. 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 (Potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales) con valor 8.9. Aquí se observa que para el valor de esta variable, el grado de pertenencia de a la etiqueta lingüística bajo es del 100%, lo cual significa que tiene un alto potencial para ser empleado en pacientes de cirugía cardiaca bajo terapia anticoagulante .

5 Discusiones

En investigaciones relacionadas, se ha explorado el potencial del L-PRF (Fibrina Rica en Plaquetas y Leucocitos) como un biomaterial sólido que combina fibrina y leucocitos, producido sin la adición de sustancias activadoras a la sangre extraída [2, 49, 58]. Este proceso da lugar a una estructura de fibrina robusta, que se ha definido como un coágulo autógeno optimizado, generando una membrana de fibrina densa y enriquecida con factores de crecimiento y proteínas de matriz.

La técnica de obtención del L-PRF consiste en la extracción de 10 ml de sangre del paciente y su inmediata centrifugación a 3,000 rpm durante 10 minutos o a 2,700 rpm durante 12 minutos, sin el uso de anticoagulantes. En los casos de pacientes anticoagulados, se sugiere aumentar la duración de la centrifugación hasta 18 minutos. Cada tubo de extracción de sangre produce una única membrana de L-PRF. Este proceso resulta en la sedimentación de los glóbulos rojos en el fondo del tubo, donde se forma un coágulo de color rojo. En la parte superior se encuentra un suero con bajo contenido celular, y entre ambas capas está la matriz de fibrina, cargada de plaquetas y leucocitos. Al eliminar las porciones superior e inferior, se obtiene el L-PRF en forma de gel, que puede usarse de inmediato o prensarse para formar membranas [6, 54].

Una vez obtenidas las membranas, estas son sometidas a una compresión suave utilizando un kit específico, lo que permite preparar el L-PRF para su aplicación clínica en aproximadamente cinco minutos. Las membranas pueden mantenerse viables durante 2.5 a 3 horas, irrigadas con exudado, lo que ayuda a prevenir su deshidratación.

En el ámbito de la investigación y desarrollo de biomateriales, se ha introducido una forma avanzada de fibrina rica en plaquetas (A-PRF), que se obtiene a través de modificaciones en los procedimientos de centrifugación, utilizando velocidades menores (1,500 rpm durante 14 minutos). Este enfoque ha demostrado no solamente un aumento en el número de plaquetas, sino también una mejora en la funcionalidad de los linajes celulares fagocíticos, como los monocitos y macrófagos. Adicionalmente, se ha observado un incremento en la cantidad de células progenitoras vivas en comparación con el L-PRF, lo que sugiere que la A-PRF podría ofrecer ventajas significativas en la liberación de proteínas y, en consecuencia, en su aplicación clínica para la regeneración de tejidos [4, 59].

Estos hallazgos enfatizan la importancia del L-PRF y su versión avanzada, A-PRF, en el contexto de la regeneración de tejidos, abriendo nuevas perspectivas en el tratamiento de diversas condiciones clínicas. La efectividad del L-PRF en procedimientos de bioingeniería, así como su costo-efectividad en comparación con otras técnicas, lo convierten en una opción prometedora para la regeneración oral y otras aplicaciones relacionadas con la salud [5].

La investigación ha permitido corroborar el potencial regenerativo del A-PRF, que acelera la cicatrización de los tejidos blandos y duros, al mismo tiempo que reduce el edema y el dolor postoperatorio. Estas características contribuyen a una mejor evolución del proceso quirúrgico, optimizando los resultados y aumentando la satisfacción del paciente. En el ámbito de la implantología, el L-PRF muestra su versatilidad al emplearse tanto en implantes inmediatos como en aquellos colocados de manera diferida. Se utiliza en diversas presentaciones, como membranas o mezclado con hueso particulado.

Al analizar la efectividad del L-PRF en implantes colocados inmediatamente tras una extracción, se ha observado que puede mejorar la estabilidad implantaria y la regeneración ósea periimplantaria. Sin embargo, estas mejoras no son estadísticamente significativas, lo que sugiere que, aunque el L-PRF proporciona beneficios, su impacto puede variar dependiendo de las circunstancias clínicas individuales.

La colocación del coágulo de fibrina cerca de un defecto óseo podría ser beneficiosa para la curación en presencia de implantes óseos sintéticos. Esto sugiere un nuevo enfoque en el uso de coágulos de sangre, controlados mediante la química de superficie de los biomateriales, lo cual puede actuar como agentes terapéuticos para mejorar la regeneración ósea. Además, la integración de coágulos de sangre óptimos o PRP junto con estructuras porosas podría generar un microambiente nutritivo favorable para la ingeniería de tejido óseo.

El L-PRF se aplica en cirugía oral, especialmente en casos de perforaciones del seno maxilar, ya sea como membrana o como barrera de protección en lesiones óseas que contienen biomateriales como la hidroxiapatita. Su uso se extiende a la técnica de Stick bone, que implica la colocación de otro biomaterial entre dos membranas de L-PRF, lo que potencia las posibilidades de éxito en diversas intervenciones quirúrgicas [1].

Además, los resultados de distintos estudios indican que el uso de membranas de PRF puede llevar a la cobertura total de la raíz dental, así como a un estado saludable del tejido gingival tras seis meses de tratamiento. Otros hallazgos han demostrado que la aplicación de PRF contribuye a la reducción de bolsas periodontales y mejora la inserción clínica, además de incrementar la densidad radiográfica en los defectos tratados.

El L-PRF, que contiene un significativo porcentaje de leucocitos y plaquetas, es capaz de liberar de manera continua factores de crecimiento y citoquinas que son esenciales en el proceso de curación. Esto se traduce en un potencial para promover la diferenciación y proliferación celular durante más de siete días.

La preparación del L-PRF es un proceso simple que utiliza una muestra de sangre del paciente, la cual se centrifuga de acuerdo con un procedimiento específico, resultando en una membrana rica en leucocitos y factores

de crecimiento. Esto estimula no solo el crecimiento óseo, sino también la proliferación celular y la angiogénesis. Dado su enfoque económico y sus beneficios comprobados, el L-PRF debe ser considerado como una opción relevante en la cirugía oral y maxilofacial [3, 49].

A diferencia del plasma rico en plaquetas (PRP), que se presenta como un gel o suspensión, el L-PRF es una membrana de fibrina sólida generada a partir de sangre completa, sin anticoagulantes. Esta membrana posee una densa matriz tridimensional, enriquecida con plaquetas y factores de crecimiento, lo que la convierte en un complemento ideal en los procedimientos quirúrgicos, gracias a sus excelentes características de manipulación y su capacidad de suturarse al lecho de la herida. [58, 59]

Los estudios sobre los cambios dimensionales en el reborde alveolar tras extracciones dentales, comparando el uso de L-PRF y A-PRF+ con una curación sin intervención, revelan que ambos tratamientos mostraron tasas de éxito superiores al control respecto al relleno alveolar. Esto enfatiza la relevancia del uso de L-PRF y A-PRF+ en la promoción de la salud y regeneración ósea postquirúrgica, y corrobora los resultados alcanzados en la presente investigación, donde se identificó un alto potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales.

6 Conclusión

La aplicación de la teoría de la lógica difusa en el análisis y evaluación del potencial regenerativo de la L-PRF ha permitido generar datos precisos y cuantificables, en comparación con métodos cualitativos tradicionales. Este enfoque riguroso y objetivo ha sido fundamental para determinar con exactitud los beneficios de la L-PRF en la regeneración de los tejidos óseos y periodontales de la cavidad oral.

Los resultados obtenidos a través de la implementación de la lógica difusa demuestran de manera contundente el alto potencial regenerativo de la L-PRF en la salud ósea y periodontal de los tejidos bucales. La membrana de fibrina rica en leucocitos y plaquetas ha sido capaz de estimular de manera efectiva la diferenciación y proliferación celular, la angiogénesis y la curación de heridas, en comparación con otros tratamientos convencionales.

Debido a la capacidad de la lógica difusa para procesar datos imprecisos y ambiguos, se ha logrado cuantificar con detalle los efectos positivos de la L-PRF en diversos procedimientos clínicos, como la colocación de implantes inmediatos, el manejo de defectos óseos y el tratamiento de recesiones gingivales. Estas mejoras se han evidenciado en parámetros como la estabilidad implantaria, la regeneración ósea periimplantaria, la cobertura radicular completa y la reducción de bolsas periodontales.

Asimismo, el análisis con lógica difusa ha permitido determinar que el uso sistemático de la L-PRF en cirugía oral y maxilofacial debe ser considerado como una opción clínica de gran interés, dado su enfoque económico, su sencillo proceso de preparación y sus probados beneficios en la salud de los tejidos bucales.

Referencias

[1] G. B. Reyes, E. M. Moreira, O. R. Martín, J. E. A. Abreu, and M. S. Ruiz, "Evaluación de algunos factores predictivos de dificultad en la extracción de los terceros molares inferiores retenidos," *Mediciego,* vol. 23, no. 1, pp. 8-15, 2017.

[2] P. Dragonas, T. Katsaros, G. Avila-Ortiz, L. Chambrone, J. H. Schiavo, and A. Palaiologou, "Effects of leukocyte–platelet-rich fibrin (L-PRF) in different intraoral bone grafting procedures: a systematic review," *International journal of oral and maxillofacial surgery,* vol. 48, no. 2, pp. 250-262, 2019.

[3] A. A. Rodríguez, D. M. Navarro, and J. C. Moya, "Grado de dificultad en terceros molares mandibulares retenidos/Degree of difficulty in mandibular impacted third molars," *Archivos del Hospital Universitario" General Calixto García",* vol. 9, no. 1, pp. 65-74, 2021.

[4] A. Crisci, S. Manfredi, and M. Crisci, "Fibrin rich in Leukocyte-Platelets (L-PRF) and Injectable Fibrin Rich Platelets (I-PRF), two opportunity in regenerative surgery: Review of the sciences and literature," *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS),* vol. 18, no. 4, pp. 66-79, 2019.

[5] R. Loureiro, D. Sumi, H. Tames, S. Ribeiro, C. Soares, R. Gomes, and M. Daniel, "Cross-sectional imaging of third molar–related abnormalities," *American Journal of Neuroradiology,* vol. 41, no. 11, pp. 1966-1974, 2020.

[6] L. H. Matzen, L. Schropp, R. Spin-Neto, and A. Wenzel, "Radiographic signs of pathology determining removal of an impacted mandibular third molar assessed in a panoramic image or CBCT," *Dentomaxillofacial Radiology,* vol. 46, no. 1, pp. 20160330, 2017.

[7] M. M. Q. Marquez, J. A. Beltrán-Silva, J. B. B. Morales, A. E. Alva, and C. E. D. C. López, "Relación entre la edad cronológica y la mineralización del tercer molar inferior según método de Demirjian," *Revista Estomatológica Herediana,* vol. 24, no. 2, pp. 63-63, 2014.

[8] L. A. Lumba, U. Khayam, and L. S. Lumba, "Application of Fuzzy Logic for Partial Discharge Pattern Recognition." pp. 210-215.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.

[15] 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.

[16] 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.

[17] 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.

[18] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[19] 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.

[20] 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.

[21] 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.

[22] 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.

[23] M. M. G. Lorenzo, and R. E. B. Pérez, "A model and its different applications to case-based reasoning," *Knowledge-based systems,* vol. 9, no. 7, pp. 465-473, 1996.

[24] 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.

[25] 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.

[26] G. Nápoles, I. Grau, and R. Bello, "Constricted Particle Swarm Optimization based algorithm for global optimization," *Polibits*, no. 46, pp. 05-11, 2012.

[27] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional,* vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.

[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] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.

[30] 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.

[31] 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.

[32] A. Dorzhigulov, and A. P. James, "Deep Neuro-Fuzzy Architectures," *Deep Learning Classifiers with Memristive Networks*, pp. 195-213: Springer, 2020.

[33] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.

[34] R. Bello, A. Nowe, Y. Caballero, Y. Gómez, and P. Vrancx, "A model based on ant colony system and rough set theory to feature selection." pp. 275-276.

[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] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.

[38] A. Motylska-Kuźma, and J. Mercik, "Fuzzyfication of Repeatable Trust Game." pp. 135-144.

[39] M. Kankaras, and I. Cristea, "Fuzzy Reduced Hypergroups," *Mathematics,* vol. 8, no. 2, pp. 263, 2020.

[40] 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.

[41] U. Shrivastav, S. K. Singh, and A. Khamparia, "A Nobel Approach to Detect Edge in Digital Image Using Fuzzy Logic." pp. 63-74.

[42] 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.

[43] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[44] 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.

[45] 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.

[46] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[47] 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.

[48] C. R. García‐Jacas, Y. Marrero‐Ponce, C. A. Brizuela, J. Suárez‐Lezcano, and F. Martinez‐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.

[49] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[50] Moncayo, V. E. V., Ricardo, J. E., Mosquera, G. A. C., & Salcedo, V. H. L. "El derecho a la tutela judicial efectiva y el derecho a la igualdad de las personas con discapacidad en relación con la estabilidad laboral". Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, vol. 10, pp 161-173, 2022.

[51] Estupiñan, R. J., Fernández, A. J. R., Sánchez, I. R. A., Cobas, D. E. P., & Soto, O. E. V. "Producción científica y visibilidad de investigadores UNIANDES en SCOPUS: estudio bibliométrico retrospectivo en Ecuador". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34 núm. 1, pp 31, 2023.

[52] Estupiñan, R. J., Vázquez, M. Y. L., Gómez, S. D. Á., Manzanet, J. E. A., Soto, O. E. V., & Guzmán, A. A. R. "La aplicación de la neutrosofía en las ciencias médicas: una revisión bibliográfica narrativa". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34 núm. 1, pp 32, 2023.

[53] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021

[54] Feigenblatt, O. F. V., & Estupiñán Ricardo, J. "El reto de la sostenibilidad en los países en desarrollo: el caso de Tailandia". Revista Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 394-402, 2023.

[55] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[56] Márquez-Carriel, G., Vergara-Romero, A., Márquez-Sánchez, F., & Albán-Molestina, G. "Bidependencia Internacional en Ecuador: Estados Unidos y China". Revista Científica ECOCIENCIA, vol. 9 núm. 6, pp 1-19, 2022.

[57] Vergara-Romero, A., Jimber-del-Río, J. A., & Márquez-Sánchez, F. "Food autonomy within food sovereignty: Evidence from a structural model". Agronomy, vol. 12 núm. 5, pp 1141, 2022.

[58] Leonard, Y. G., Sánchez, F. M., del Río, J. A. J., & Romero, A. V. "Capítulo 4. Tourist destination management and cultural heritage: a perspective of the city of Havana" La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinaria, p. 93. Thomson Reuters Aranzadi, 2022.

[59] Márquez-Carriel, G., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Relationship between the people's Republic of China and the Republic of Ecuador: a perspective from the dependency theory." Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 2, pp 49-62, 2023.

Recibido: 9 de octubre de 2024. Aceptada: 6 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la recomendación sobre la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias

Neutrosophic approach for recommendation on transparency and integrity in the financial management of fiduciary entities

Carlos Wilman Maldonado Gudiño[1], Adrian Fernando Sánchez Puga[2], Alba Karina Vaca Morales[3] and Daniela Marilin Núñez Taboada[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ui.carlosmaldonado@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; adriansp93@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; albavm31@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ca.danielamnt58@uniandes.edu.ec

Resumen. La investigación se centra en el desarrollo y aplicación de un método neutrosófico destinado a formular recomendaciones que fortalezcan la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias. Partiendo de la premisa de que la incertidumbre y la complejidad son inherentes a la administración de recursos financieros, el método neutrosófico se presenta como una herramienta efectiva para abordar estos desafíos. A través de un enfoque mixto, se recopilaron datos cualitativos y cuantitativos sobre las prácticas actuales en el ámbito fiduciario, así como sobre los factores que influyen en la implementación de recomendaciones de auditoría y control interno. El análisis se sustentó en principios de gestión de riesgos y un marco riguroso de auditoría, permitiendo identificar áreas críticas que requieren atención especial, como la documentación de operaciones financieras y el establecimiento de políticas sobre la gestión de anticipos. Los hallazgos revelan un nivel significativo de cumplimiento con las recomendaciones, pero también resaltan la existencia de brechas que podrían comprometer la integridad y la transparencia. Las recomendaciones formuladas a través del método neutrosófico ofrecen un conjunto de directrices adaptativas, proporcionando a las entidades fiduciarias un marco robusto para mejorar sus prácticas y fortalecer la confianza de sus stakeholders.

Palabras Claves: método, números neutrosófico, auditoría financiera, control interno, seguimiento, gestión financiera.

Abstract. The research focuses on the development and application of a neutrosophic method aimed at formulating recommendations that strengthen transparency and integrity in the financial management of fiduciary entities. Starting from the premise that uncertainty and complexity are inherent to the management of financial resources, the neutrosophic method is presented as an effective tool to address these challenges. Through a mixed approach, qualitative and quantitative data were collected on current practices in the fiduciary field, as well as on the factors that influence the implementation of audit and internal control recommendations. The analysis was based on risk management principles and a rigorous audit framework, allowing the identification of critical areas that require special attention, such as the documentation of financial operations and the establishment of policies on the management of advances. The findings reveal a significant level of compliance with the recommendations, but also highlight the existence of gaps that could compromise integrity and transparency. The recommendations formulated through the neutrosophic method offer a set of adaptive guidelines, providing fiduciary entities with a robust framework to improve their practices and strengthen the trust of their stakeholders.

Keywords: method, neutrosophic numbers, financial audit, internal control, monitoring, financial management.

1 Introducción

La auditoría es un proceso llevado a cabo dentro de las organizaciones como herramienta de control y supervisión, que permite detectar fallas o errores dentro de las estructuras de la organización; este proceso es realizado por una persona independiente y competente, que esté en la capacidad de evaluar la información de la compañía, además de que funge como el responsable de certificar la información presentada por la compañía auditada [1].

El informe de auditoría es el documento que recoge la evaluación general de los estados financieros, la evaluación del auditor sobre la conformidad de los estados financieros y el informe de gestión con los requisitos contables aplicables en la empresa; es decir, el informe evalúa si la información recogida en los estados financieros es veraz, no suponiendo una evaluación de la situación económica o financiera de la empresa en cuanto a su futuro, pues la elaboración de un informe de auditoría puede tener lugar sólo después de la plena realización de la exploración y análisis de los estados financieros de la empresa [2, 58].

El informe de auditoría es un documento profesional que oficializa los criterios del auditor sobre el examen realizado a los estados financieros de una entidad. (SAS 79 corrección del SAS 58) [3]. Lo anterior, denota el papel de control que ejerce la auditoría en las organizaciones, encaminado al correcto que hacer de las operaciones y finanzas de las mismas, dando muestra de su importancia en tanto que permite "verificar que la información financiera, administrativa y operacional que se genera, es confiable, veraz y oportuna" [4].

Convirtiéndose en garantía general para la comprobación de que los hechos económicos se realizan de forma adecuada y que las políticas y controles se estén realizando acorde con lo estipulado en la normatividad vigente de cada país, permitiendo analizar la forma en la que se está administrando los recursos de una compañía [5].

Por otro lado, el informe del auditor sirve como medio de revelación de la capacidad de las entidades para continuar como negocio en marcha, facultando a los usuarios para actuar de acuerdo con la percepción que estos tengan sobre la probabilidad de si sus intereses se vean afectados por las distintas situaciones que puedan presentarse al interior de las organizaciones [6, 59].

El dictamen con reservas supone que los auditores consideran que, en algunos puntos de los estados financieros, la información recogida no se ajusta a la que ellos han recabado o a que no han podido confirmar que determinada parte de la información financiera es veraz .

Abstención de opinión debido a las objeciones. Se expide cuando las objeciones detectadas durante la auditoría hacen que los estados financieros no muestren la situación financiera de la empresa. En este caso, en el informe se incluirán los motivos de la denegación en dar una opinión [2,53].

Abstención de opinión debido a las limitaciones de las pruebas, se da debido a las limitaciones de las pruebas se emite cuando el auditor no puede expresar una opinión de auditoría al haber sido incapaz de realizar las pruebas de comprobación necesarias, caso que suele producirse cuando la empresa pone impedimentos a la labor del auditor no ayudándole en el inventario y no facilitándole o destruyendo documentación [2].

La auditoría financiera desempeña un papel crucial en la evaluación de la correcta valuación y la fiabilidad de los estados financieros de una organización, proporcionando una visión clara de su salud financiera y eficiencia operativa, para que durante este proceso, se llevaron a cabo rigurosas revisiones de los registros contables, transacciones financieras y protocolos contables adoptados por el fideicomiso en cuestión, con el objetivo de identificar áreas de mejora y proponer sugerencias prácticas para optimizar su rendimiento financiero [7, 60].

El maestro Sergio Rodríguez Azuero define al fideicomiso como el negocio jurídico en virtud del cual se transfieren una o más bienes a una persona, con el encargo de que los administre o enajene y con el producto de su actividad cumpla una finalidad establecida por el constituyente, en su favor o en beneficio de un tercero [8].

El contrato de fideicomiso o simplemente fideicomiso es aquel por el cual una persona recibe de otra un encargo respecto de un bien determinado cuya propiedad se le transfiere a un título de confianza para que al cumplimiento de un plazo o condición le dé el destino convenido. Por fideicomiso, en general, puede entenderse un negocio jurídico por el cual una parte recibe de otra un encargo respecto de un bien determinado, cuya propiedad se le transfiere a título de confianza, para que al cumplimiento de un plazo o condición le dé un destino previamente convenido [9, 54].

Así, el fideicomiso se trata de un contrato acuerdo de voluntades en donde una parte (fiduciante) transmite la propiedad de bienes o se compromete a transmitir bienes a otra parte (fiduciario), quien se obliga a ejercer en beneficio de otra (beneficiario) la propiedad, la cual es transmitida al cumplimiento de un plazo o condición a otra parte (fideicomisario) [9, 61].

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la recomendación sobre la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias. Como resultado se generan recomendaciones específicas que pueden contribuir a fortalecer los controles internos, mejorar la calidad de la información financiera y, en última instancia, promover las mejores prácticas en la gestión fiduciaria.

La importancia de este estudio radica en la necesidad constante de fortalecer la transparencia y la integridad en la gestión financiera, especialmente en entidades fiduciarias, donde la confianza y la adecuada administración de los recursos son fundamentales, así como la presentación de un correcto informe de auditoría financiera que

permita tomar decisiones exactas en beneficio del fideicomiso.

2.1 Preliminares

La presente sección describe el funcionamiento del método neutrosófico para la recomendación sobre la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias. El método modela las relaciones causales entre los diferentes conceptos mediante mapa cognitivo neutrosófico. El método sustenta los siguientes principios:

- Integración del conocimiento causal mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) para la recomendación en la identificación de perfiles de comportamiento económico.
- Identificación mediante el equipo de expertos de las relaciones causales.

El diseño del método está estructurado para la recomendación en la identificación de perfiles de entidades fiduciarias. Posee tres etapas básicas: (1) Entrada; (2) Procesamiento; y (3) Salida. El método propuesto está estructurado para soportar la gestión del proceso de inferencia para generar recomendaciones que contribuyan a la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias. Emplea un enfoque multicriterio como base para la inferencia, se auxilia de expertos para nutrir la base de conocimiento [10], [11], [12], [52].

El conjunto de indicadores evaluativos representan una de las entradas del sistema que necesario para la actividad de inferencia. La actividad de inferencia representa el núcleo fundamental para el razonamiento del método [13], [14], [15].

3 Diseño del método para la recomendación sobre la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias

La presente sección realiza una descripción del método propuesto. Se detallan las diferentes actividades que garantizan la inferencia de la etapa procesamiento. Las actividades están computadas por: identificar los criterios evaluativos, determinar las relaciones causales, obtener el MCN resultante de las relaciones causales, inferencia del proceso. La Figura 1 muestra el flujo de la etapa de procesamiento.

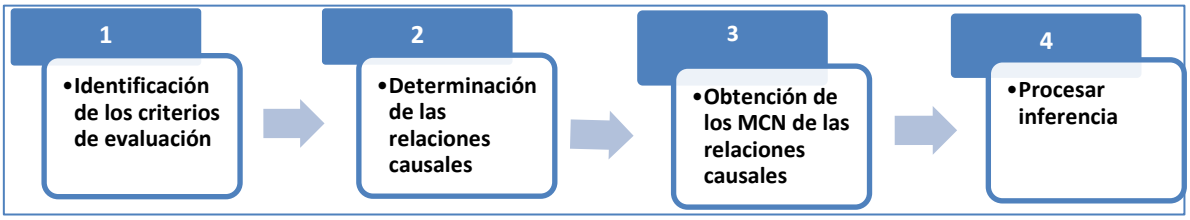


Figura 1. Flujo de trabajo de la etapa de procesamiento de la inferencia.

Actividad 1: Identificación de los criterios evaluativos.

La actividad inicia con la identificación de los expertos que intervienen en el proceso. Los expertos seleccionados deben poseer una sólida formación académica en áreas como finanzas, derecho, gestión de riesgos y auditoría financiera, preferentemente con un título de posgrado. Es fundamental que cuenten con experiencia práctica significativa en la supervisión o regulación de entidades fiduciarias, lo que les permitirá comprender los desafíos y las mejores prácticas en este campo. Además, deben demostrar habilidades analíticas y de resolución de problemas, así como un adecuado conocimiento de la normativa vigente relacionada con la transparencia y la ética financiera. La capacidad de comunicación efectiva y el trabajo en equipo también son esenciales, ya que el diseño de un método de recomendaciones implica colaboración multidisciplinaria. Los criterios de inclusión deben considerar no solo la experiencia y el conocimiento técnico, sino también la reputación profesional de los expertos, su integridad personal y su compromiso con los principios éticos y de transparencia en el sector financiero. [55,56, 62]

A partir del trabajo del grupo de experto se determinan los criterios que se tendrán en cuenta para la inferencia del proceso. La actividad utiliza un sistema de trabajo en grupo mediante un enfoque multicriterios. Formalmente se puede definir el problema de recomendación de la guarda a menores a partir de la responsabilidad parental mediante:

El número de indicadores evaluativos del proceso donde:

$$I = \{i_1, \dots i_n\} \quad (1)$$

El número de expertos que interviene en la valoración multicriterio donde:

$$E = \{m_1, \dots m_n\} \quad (2)$$

El resultado de la actividad es la obtención de los diferentes indicadores evaluativos sobre los perfiles económicos.

Actividad 2: determinación de las relaciones causales de los criterios.

Una vez obtenidos los criterios evaluativos. Se determina las relaciones causales. Las relaciones causales constituyen la expresión de causalidad entre los diferentes criterios evaluativos. La determinación de las relaciones causales consiste en establecer a partir del trabajo en grupo la implicación entre conceptos. La información resultante representa el conocimiento primario para nutrir el proceso de inferencia.

Las relaciones causales son representadas por variables difusas expresadas como términos lingüísticos. En los modelos lingüísticos se suelen usar conjuntos de etiquetas lingüísticas con granularidad no superior a 13 [16], [17], [18]. Es común utilizar conjuntos de granularidad impar, donde existe una etiqueta central y el resto de las etiquetas se distribuyen simétricamente a su alrededor [19, 20, 57].

Actividad 3: obtención del MCN.

Durante la etapa de ingeniería del conocimiento cada experto expresa la relación que existe entre cada par de conceptos C_i y C_j del mapa [21-23]. Entonces, para cada relación causal se obtienen K reglas con la siguiente estructura: Si C_i es A entonces C_j es B y el peso W_{ij} es C.

Cada nodo constituye un concepto causal, esta característica hace que la representación sea flexible para visualizar el conocimiento humano [24-27]. La matriz de adyacencia se obtiene a partir los valores asignados a los arcos [28], [29].

Los valores que se obtienen por el grupo de experto que intervienen en el proceso son agregados conformándose el conocimiento general con las relaciones entre los criterios [30-32]. La actividad obtiene como resultado el FCM resultante [33], [34], [61].

A partir de la obtención de las relaciones causales, se realiza el análisis estático [35, 36]. Se toma de referencia el conocimiento almacenado en la matriz de adyacencia [37-39]. Para el desarrollo del presente método se trabaja con el grado de salida tal como muestra la ecuación (3) [40], [41], [42,52].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{3}$$

Actividad 4: procesamientos de la inferencia:

Un sistema modelado por un MCN evolucionará durante el tiempo, donde la activación de cada neurona dependerá del grado de activación de sus antecedentes en la iteración anterior. Normalmente este proceso se repite hasta que el sistema estabilice o se alcance un número máximo de iteraciones. [43, 44, 54]

El procesamiento para la inferencia, consiste en calcular el vector de estado A a través del tiempo, para una condición inicial A^0 [45]. De forma análoga a otros sistemas neuronales, la activación de C_i dependerá de la activación las neuronas que inciden directamente sobre el concepto C_i y de los pesos causales asociados a dicho concepto. La ecuación 6 muestra la expresión utilizada para el procesamiento.

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1;\, j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{4}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación.

Los sistemas inestables pueden ser totalmente caóticos o cíclicos, y son frecuentes en modelos continuos. En resumen, el proceso de inferencia en un MCD puede mostrar una de las siguientes características:

1. Estados de estabilidad: si $\exists tk \in \mathbb{N}$: $A_i^{(t+x)} = A_i^{(t)} \forall t > tk$ por tanto, después de la iteración tk el FCM producirá el mismo vector de estado. Después esta configuración es ideal, pues representa la codificación de un patrón oculto en la causalidad [46], [47].
2. Estados cíclicos: si $\exists tk, P \in \mathbb{N}$: $A_i^{(t+p)} = A_i^{(t)} \forall t > tk$. El mapa tiene un comportamiento cíclico con periodo P. En este caso el sistema producirá el mismo vector de estado cada P-ciclos del proceso de inferencia [48], [49].
3. Estado caótico: el mapa produce un vector de estado diferente en cada ciclo. Los conceptos siempre varían su valor de activación [50], [51, 55].

4 Implementación del método para la recomendación sobre la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias

La presente investigación se centra en analizar y compartir las observaciones detalladas y las sugerencias derivadas de una exhaustiva auditoría financiera realizada en el marco de un fideicomiso específico durante el ejercicio fiscal 2022 a Fideicomiso Constructora Ecuhabitare S.A. Seguidamente se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 Identificación de los criterios evaluativos:

Para el desarrollo de estudio, se consultaron 5 expertos. El grupo representa la base para la definición de los criterios evaluativos y las relaciones causales. A partir del trabajo realizado por el grupo de expertos se identificaron el conjunto de criterios. La tabla 1 muestra el resultado de los criterios identificados.

Tabla 1: Criterios evaluativos.

No.	Criterios
1	Transparencia en la información financiera
2	Cumplimiento normativo y regulatorio
3	Control interno y gestión de riesgos
4	Ética y comportamiento responsable

1. Transparencia en la información financiera: Este criterio evalúa la claridad, accesibilidad y completitud de la información financiera proporcionada por el fideicomiso. Se debe analizar si los estados financieros y demás documentos pertinentes son presentados de manera comprensible y oportuna, facilitando así la evaluación de la situación económica y el desempeño del fideicomiso.
2. Cumplimiento normativo y regulatorio: Este criterio se centra en la adherencia del fideicomiso a las normativas y regulaciones aplicables, tanto a nivel nacional como internacional. Se evaluará si se han seguido los procedimientos legales requeridos y si se han implementado las políticas necesarias para mitigar riesgos legales y financieros, así como la correcta gestión de las obligaciones fiscales.
3. Control interno y gestión de riesgos: Este criterio examina la efectividad de los sistemas de control interno establecidos para gestionar y mitigar los riesgos financieros y operativos. Se analizarán las políticas y procedimientos adoptados para la identificación y gestión de riesgos, así como la independencia y efectividad de las auditorías internas en el contexto del fideicomiso.
4. Ética y comportamiento responsable: Este criterio evalúa la integridad y la ética en la gestión de los recursos del fideicomiso. Se considerará la existencia y aplicación de códigos de conducta, políticas de conflicto de intereses y mecanismos de denuncia, así como la disposición general de la administración y del personal a operar de manera ética y en el mejor interés de los beneficiarios.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales de los criterios:

Para la identificación de las relaciones causales se obtuvo la información del grupo de expertos que participa en el proceso. Se identificación como resultado 5 matrices de adyacencia con el conocimiento expresado por cada experto. Las matrices pasaron por un proceso de agregación en la que se genera como resultado final una matriz de adyacencias resultante. La tabla 2 muestra la matriz de adyacencia resultante del proceso.

Tabla 2: Matriz de adyacencia Indicadores evaluativos.

	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	[0.00]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]
C_2	[1,0,0]	[0.00]	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_3	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.00]	[0.8,0,15,0.20]
C_4	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]	[0.00]

Actividad 3 obtenciones del MCN:

Una vez obtenidos los indicadores evaluativos y sus relaciones causales correspondientes en la actividad 2, se realiza la representación del conocimiento en el MCN resultante.

Actividad 4 procesamientos de la inferencia:

La matriz de adyacencia posee el conocimiento necesario para determinar los pesos atribuidos a cada indicador

evaluativo. Para calcular los pesos, se emplea la ecuación 3. La tabla 3 muestra los resultados del cálculo realizado.

Tabla 3: Peso atribuido a los indicadores criterios.

Criterios	Descripción del criterio evaluativo	Peso
C_1	Transparencia en la información financiera	[0.72,0,10,0.20]
C_2	Cumplimiento normativo y regulatorio	[0.67,0,15,0.20]
C_3	Control interno y gestión de riesgos	[0.65,0,10,0.20]
C_4	Ética y comportamiento responsable	[0.67,0,15,0.20]

Una vez determinado los pesos de los indicadores, se determinan las preferencias del comportamiento de transparencia e integridad en la gestión financiera de la entidad objeto de estudio. Las tabla 4 muestran los resultados del cálculo realizado.

Tabla 4: Cálculo de preferencias atribuidas del comportamiento de transparencia e integridad en la gestión financiera de una alternativa.

Criterio	Peso	Preferencia	Agregación
C_1	[0.72,0,10,0.20]	[1,0,0]	[0.86,0,15,0.20]
C_2	[0.67,0,15,0.20]	[1,0,0]	0.83,0,15,0.20]
C_3	[0.65,0,10,0.20]	[1,0,0]	[0.82,0,15,0.20]
C_4	[0.67,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.80,0,15,0.20]
Índice			[0,84,0,15,0.20]

La figura 2 muestra una gráfica las preferencias del comportamiento económico de ejecutivos en 7 elementos claves analizados en Fideicomiso Constructora Ecuhabitare S.A. (Alto)



Figura 2. Comportamiento de los diferentes indicadores en cada uno de los componentes.

Una vez implementado el método de recomendaciones sobre la transparencia y la integridad en la gestión financiera de entidades fiduciarias, se emitieron las siguientes sugerencias que fueron objeto de análisis en su cumplimiento. En primer lugar, se recomienda llevar a cabo un requerimiento de confirmación de saldos y recopilar la documentación necesaria sobre los movimientos del fideicomiso, con el fin de asegurar la veracidad y la claridad de la información financiera. En segundo lugar, es esencial realizar un análisis detallado sobre la reclasificación de pasivos, así como la afectación contable y financiera que esta conlleva, para garantizar una representación fiel de la situación financiera. Además, se sugiere documentar adecuadamente los préstamos obtenidos de entidades bancarias del exterior, lo que permitirá evaluar correctamente su impacto en la liquidez y solvencia del fideicomiso. También se debe prestar atención a la documentación de transacciones con partes relacionadas, asegurando transparencia y minimizando conflictos de intereses. Por último, se recomienda crear procedimientos y políticas claras sobre la recepción de anticipos de clientes y la compensación de la deuda final de la compra, lo

cual contribuirá a una gestión más eficiente y ordenada de las operaciones financieras del fideicomiso. Estas recomendaciones, orientadas a mejorar la transparencia y el control financiero, son fundamentales para fortalecer la integridad y la confianza en la gestión del fideicomiso. [52, 56]

5 Discusiones

En general, parece haber un buen nivel de cumplimiento de las recomendaciones de auditoría, con un rango de cumplimiento que varía desde el 66.67% hasta el 100.00%.

Las recomendaciones relacionadas con la confirmación de saldos y documentación necesaria sobre los movimientos del fideicomiso han sido completamente cumplidas, con un impresionante 100.00% de cumplimiento. Las recomendaciones sobre análisis de reclasificación de pasivos y documentación de transacciones con partes relacionadas muestran un alto nivel de cumplimiento, con porcentajes de cumplimiento del 88.89% y 77.78%, respectivamente. Sin embargo, hay áreas donde el cumplimiento es relativamente más bajo. Por ejemplo, la recomendación de documentar préstamos de entidades bancarias del exterior tiene un cumplimiento del 66.67%, lo que indica que podría haber margen para mejorar en este aspecto específico. En general, estos datos indican que la organización ha tomado medidas significativas para abordar las recomendaciones de auditoría, aunque también resaltan áreas específicas que podrían requerir una mayor atención y acción para mejorar el cumplimiento. [62]

La información ofrece una visión general del nivel de cumplimiento de las recomendaciones de auditoría y destaca las áreas de éxito y las oportunidades de mejora dentro de la organización. [52, 57]

6 Conclusión

El análisis revela un alto nivel de cumplimiento general de las recomendaciones de auditoría dentro del fideicomiso Constructora Ecuhabitare S.A. Este hallazgo sugiere un compromiso sólido por parte de la organización para abordar las deficiencias identificadas y mejorar su gestión financiera.

Aunque el cumplimiento general es alto, existen áreas específicas que requieren mayor atención y mejora. Por ejemplo, la documentación de préstamos de entidades bancarias del exterior y la creación de procedimientos y políticas sobre la recepción de anticipos de clientes son aspectos que muestran un menor nivel de cumplimiento en comparación con otras recomendaciones.

La evaluación del control interno en el seguimiento de las recomendaciones de auditoría es esencial para garantizar la eficacia y la transparencia en la gestión financiera de la organización. Los resultados destacan la necesidad de mantener y fortalecer un sistema de control interno sólido que pueda identificar y abordar de manera proactiva las áreas de riesgo y mejorar continuamente las prácticas operativas.

Aunque se observa un alto nivel de cumplimiento, el nivel de confianza moderado indica que aún hay margen para mejorar la efectividad del control interno en el seguimiento de las recomendaciones de auditoría. Esto sugiere que la organización puede beneficiarse de la implementación de medidas adicionales para fortalecer su sistema de control interno y mejorar la supervisión y el seguimiento de las recomendaciones.

Es crucial que Constructora Ecuhabitare S.A. adopte un enfoque de mejora continua en la gestión de sus operaciones financieras. La identificación de áreas de mejora a través del seguimiento de recomendaciones de auditoría proporciona una oportunidad para implementar cambios positivos y fortalecer aún más la integridad y la eficiencia en la gestión del fideicomiso.

Referencias

[1] J. Zamarra-Londoño, D. Pérez-Norela, and A. Pareja-Taborda, "El informe de auditoría en los países del MILA," *Desarrollo Gerencial,* vol. 12, no. 1, pp. 1-20, 2020.

[2] J. L. Gonzales Aliaga, "El informe de auditoria financiera como una herramienta para optimizar la gestión de las empresas," Sucre: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Central Sucre, 2018.

[3] E. Lara, G. Brucil, and V. Saráuz, "Auditoria financiera," *Ibarra: Universidad Técnica del Norte*, 2019.

[4] R. S. H. Guzmán, C. G. B. De La Rosa, L. D. R. Barrezueta, and P. M. M. Sánchez, "Fundamentos de la auditoría: Una aproximación del estado del arte," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 15, no. 12, pp. 245-266, 2022.

[5] R. A. Zahid, M. K. Khan, W. Anwar, and U. S. Maqsood, "The role of audit quality in the ESG-corporate financial performance nexus: Empirical evidence from Western European companies," *Borsa Istanbul Review,* vol. 22, pp. S200-S212, 2022.

[6] R. A. Zahid, A. Taran, M. K. Khan, and I.-C. Chersan, "ESG, dividend payout policy and the moderating role of audit quality: Empirical evidence from Western Europe," *Borsa Istanbul Review,* vol. 23, no. 2, pp. 350-367, 2023.

[7] H.-L. Lin, and A.-R. Yen, "Auditor rotation, key audit matter disclosures, and financial reporting quality," *Advances in accounting,* vol. 57, pp. 100594, 2022.
[8] E. Mendoza, "Fideicomiso mercantil. Concepto y breves antecedentes históricos," *Revista Jurídica Online*, 2011.
[9] D. B. Monge, V. Viguera, and F. Zurano, "Fideicomiso," *Estudios de Derecho Empresario ISSN 2346-9404,* vol. 21, 2020.
[10] L. Rocchi, L. Paolotti, A. Rosati, A. Boggia, and C. Castellini, "Assessing the sustainability of different poultry production systems: A multicriteria approach," *Journal of cleaner production,* vol. 211, pp. 103-114, 2019.
[11] M. Moghadas, A. Asadzadeh, A. Vafeidis, A. Fekete, and T. Kötter, "A multi-criteria approach for assessing urban flood resilience in Tehran, Iran," *International journal of disaster risk reduction,* vol. 35, pp. 101069, 2019.
[12] I. Bagdanavičiūtė, L. Kelpšaitė-Rimkienė, J. Galinienė, and T. Soomere, "Index based multi-criteria approach to coastal risk assesment," *Journal of Coastal Conservation,* vol. 23, no. 4, pp. 785-800, 2019.
[13] I. C. B. Portilla, I. C. H. Sánchez, and I. R. Tarquino, "Diffuse cognitive maps for analysis of vulnerability to climate variability in Andean rural micro-watersheds," *Dyna,* vol. 87, no. 212, pp. 38-46, 2020.
[14] Y. Zhang, J. Qin, P. Shi, and Y. Kang, "High-order intuitionistic fuzzy cognitive map based on evidential reasoning theory," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 27, no. 1, pp. 16-30, 2018.
[15] B. Efe, "Fuzzy cognitive map based quality function deployment approach for dishwasher machine selection," *Applied Soft Computing,* vol. 83, pp. 105660, 2019.
[16] S. M. McCauley, and M. H. Christiansen, "Language learning as language use: A cross-linguistic model of child language development," *Psychological review,* vol. 126, no. 1, pp. 1, 2019.
[17] Z. Wu, J. Xu, X. Jiang, and L. Zhong, "Two MAGDM models based on hesitant fuzzy linguistic term sets with possibility distributions: VIKOR and TOPSIS," *Information Sciences,* vol. 473, pp. 101-120, 2019.
[18] W. L. S. Álava, A. R. Rodríguez, R. G. Rodríguez, and O. M. Cornelio, "La neuroeducación en la formación docente," *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual" ALCON",* vol. 4, no. 1, pp. 24-36, 2024.
[19] 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.
[20] 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.
[21] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.
[22] N. ValcÃ, and M. Leyva-VÃ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, pp. 45-51, 2018.
[23] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.
[24] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.
[25] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.
[26] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.
[27] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.
[28] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, A. Febles-Estrada, and J. Gulín-González, "Modelo para el análisis de escenarios basado en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad,* vol. 17, pp. 375-390, 2013.
[29] K. Papageorgiou, P. K. Singh, E. Papageorgiou, H. Chudasama, D. Bochtis, and G. Stamoulis, "Fuzzy Cognitive Map-Based Sustainable Socio-Economic Development Planning for Rural Communities," *Sustainability,* vol. 12, no. 1, pp. 1-31, 2019.
[30] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences,* vol. 560, pp. 51-67, 2021.
[31] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.

[32] M. M. G. Lorenzo, and R. E. B. Pérez, "A model and its different applications to case-based reasoning," *Knowledge-based systems,* vol. 9, no. 7, pp. 465-473, 1996.

[33] A. P. Anninou, and P. P. Groumpos, "A new mathematical model for fuzzy cognitive maps-application to medical problems," *Системная инженерия и информационные технологии,* vol. 1, no. 1, pp. 63-66, 2019.

[34] M. Khodadadi, H. Shayanfar, K. Maghooli, and A. H. Mazinan, "Fuzzy cognitive map based approach for determining the risk of ischemic stroke," *IET systems biology,* vol. 13, no. 6, pp. 297-304, 2019.

[35] R. Bello, A. Nowe, Y. Caballero, Y. Gómez, and P. Vrancx, "A model based on ant colony system and rough set theory to feature selection." pp. 275-276.

[36] G. Nápoles, I. Grau, and R. Bello, "Constricted Particle Swarm Optimization based algorithm for global optimization," *Polibits*, no. 46, pp. 05-11, 2012.

[37] 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.

[38] 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.

[39] 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.

[40] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.

[41] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.

[42] M. J. Ladeira, F. A. Ferreira, J. J. Ferreira, W. Fang, P. F. Falcão, and Á. A. Rosa, "Exploring the determinants of digital entrepreneurship using fuzzy cognitive maps," *International Entrepreneurship and Management Journal,* vol. 15, no. 4, pp. 1077-1101, 2019.

[43] 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.

[44] 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.

[45] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[46] Y. Miao, Z.-Q. Liu, C. K. Siew, and C. Y. Miao, "Dynamical cognitive network-an extension of fuzzy cognitive map," *IEEE transactions on Fuzzy Systems,* vol. 9, no. 5, pp. 760-770, 2001.

[47] M. Amer, A. Jetter, and T. Daim, "Development of fuzzy cognitive map (FCM) ‐ based scenarios for wind energy," *International Journal of Energy Sector Management*, 2011.

[48] A. Konar, and U. K. Chakraborty, "Reasoning and unsupervised learning in a fuzzy cognitive map," *Information Sciences,* vol. 170, no. 2-4, pp. 419-441, 2005.

[49] G. Felix, G. Nápoles, R. Falcon, W. Froelich, K. Vanhoof, and R. Bello, "A review on methods and software for fuzzy cognitive maps," *Artificial Intelligence Review,* vol. 52, no. 3, pp. 1707-1737, 2019.

[50] S. Alizadeh, and M. Ghazanfari, "Learning FCM by chaotic simulated annealing," *Chaos, Solitons & Fractals,* vol. 41, no. 3, pp. 1182-1190, 2009.

[51] H. Song, C. Miao, Z. Shen, W. Roel, D. Maja, and C. Francky, "Design of fuzzy cognitive maps using neural networks for predicting chaotic time series," *Neural Networks,* vol. 23, no. 10, pp. 1264-1275, 2010.

[52] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[53] Moncayo, V. E. V., Ricardo, J. E., Mosquera, G. A. C., & Salcedo, V. H. L. "El derecho a la tutela judicial efectiva y el derecho a la igualdad de las personas con discapacidad en relación con la estabilidad laboral". Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, vol. 10, pp 161-173, 2022.

[54] Estupiñan, R. J., Fernández, A. J. R., Sánchez, I. R. A., Cobas, D. E. P., & Soto, O. E. V. "Producción científica y visibilidad de investigadores UNIANDES en SCOPUS: estudio bibliométrico retrospectivo en Ecuador". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34 núm. 1, pp 31, 2023.

[55] Estupiñan, R. J., Vázquez, M. Y. L., Gómez, S. D. Á., Manzanet, J. E. A., Soto, O. E. V., & Guzmán, A. A. R. "La aplicación de la neutrosofía en las ciencias médicas: una revisión bibliográfica narrativa". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34 núm. 1, pp 32, 2023.

[56] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021.

[57] Feigenblatt, O. F. V., & Estupiñán Ricardo, J. "El reto de la sostenibilidad en los países en desarrollo: el caso de Tailandia". Revista Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 394-402, 2023.

[58] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[59] Márquez-Carriel, G., Vergara-Romero, A., Márquez-Sánchez, F., & Albán-Molestina, G. "Bidependencia Internacional en Ecuador: Estados Unidos y China". Revista Científica ECOCIENCIA, vol. 9 núm. 6, pp 1-19, 2022.

[60] Vergara-Romero, A., Jimber-del-Río, J. A., & Márquez-Sánchez, F. "Food autonomy within food sovereignty: Evidence from a structural model". Agronomy, vol. 12 núm. 5, pp 1141, 2022.

[61] Leonard, Y. G., Sánchez, F. M., del Río, J. A. J., & Romero, A. V. "Capítulo 4. Tourist destination management and cultural heritage: a perspective of the city of Havana" La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinaria, p. 93. Thomson Reuters Aranzadi, 2022.

[62] Márquez-Carriel, G., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Relationship between the people's Republic of China and the Republic of Ecuador: a perspective from the dependency theory." Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 2, pp 49-62, 2023.

Recibido: 10 de octubre de 2024. Aceptada: 6 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos

Method for monitoring the care and management of dental prostheses in geriatric patients

Adriana María García Novillo[1], Diana Carolina Freire Villena[2], and Salma Fabianna Banda García[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.adrianagn44@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.dianafv53@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; salmabg20@uniandes.edu.ec

Resumen. El edentulismo total o parcial produce alteraciones en la calidad de vida de los pacientes, por ende, la rehabilitación de dichos individuos se lo realiza a través de prótesis dentales devolviendo la función masticatoria y la estética facial, para evitar lesiones o daños de los tejidos orales. Para cuidar las prótesis, la limpieza adecuada es importante en la que los materiales deben cumplir una función bactericida y fungicida considerando la capacidad de no alterar las propiedades físicas y mecánicas de estas. La presente investigación propone el desarrollo de un método para para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos. El método propuesto consta de tres procesos principales, selección de perfiles, evaluación de las alternativas y selección de la base de conocimiento del perfil de semejanza. A partir de su implementación en el caso de estudio fue posible realizar un ejemplo demostrativo de su funcionamiento.

Palabras Claves: Control, cuidado y manejo, prótesis dentales, pacientes geriátricos.

Abstract. Total or partial edentulism causes alterations in the quality of life of patients, therefore, the rehabilitation of these individuals is carried out through dental prostheses, restoring masticatory function and facial aesthetics, to avoid injuries or damage to oral tissues. To care for the prostheses, proper cleaning is important, in which the materials must fulfill a bactericidal and fungicidal function, considering the ability to not alter the physical and mechanical properties of these. The present research proposes the development of a method for the control of the care and management of dental prostheses in geriatric patients. The proposed method consists of three main processes: profile selection, evaluation of the alternatives and selection of the knowledge base of the similarity profile. From its implementation in the case study, it was possible to make a demonstrative example of its operation.

Keywords: Control, care and management, dental prostheses, geriatric patients.

1 Introducción

Los pacientes con edentulismo parcial o total experimentan diversas alteraciones que afectan su calidad de vida. Por ello, el plan de rehabilitación se lleva a cabo mediante prótesis dentales, diseñadas para restituir la función masticatoria y la estética facial, además de prevenir lesiones en los tejidos orales [1]. La rehabilitación protésica en pacientes geriátricos que han perdido sus dientes por diferentes causas requiere de cuidados especiales para evitar factores de riesgo como infecciones, úlceras traumáticas, épulis y estomatitis subprotésica, entre otros. Es fundamental dar a conocer las acciones de prevención adecuadas.

Para el cuidado de las prótesis, es importante realizar una limpieza adecuada, utilizando materiales que cumplan con funciones bactericidas y fungicidas sin alterar las propiedades físicas y mecánicas de las prótesis. Un manejo inadecuado de la limpieza puede provocar la acumulación de biofilm, lo que ha llevado a la implementación de diversos métodos de limpieza [2, 33].

La pérdida de la dentadura puede resultar en lesiones malignas en los tejidos, generando problemas de salud para los usuarios de prótesis dentales. El cuidado que cada paciente brinde a su prótesis jugará un papel crucial, y

el profesional debe motivar la higienización adecuada. La falta de información o educación por parte del profesional puede resultar en dificultades para mantener la higiene de las prótesis. Es recomendable ofrecer charlas y realizar un seguimiento del cuidado de las prótesis, así como de la salud bucal en general, para evitar futuras complicaciones que puedan afectar el ajuste adecuado de las mismas. Los hábitos de higiene oral son fundamentales en los pacientes que utilizan prótesis. Un método correcto de limpieza y almacenamiento también contribuye a la salud de los tejidos de la cavidad oral [3].

Es esencial que los portadores de prótesis comprendan y practiquen hábitos de higiene que incluyan la limpieza diaria de las prótesis. Esto evita el desgaste y minimiza las consecuencias de una prótesis deficientemente mantenida, que puede causar halitosis y alteraciones en la mucosa oral, afectando el ajuste de la prótesis. El espacio entre la prótesis y la mucosa oral puede convertirse en un nicho ecológico propicio para el desarrollo de microorganismos, incluyendo la Candida albicans, lo que puede dar lugar a infecciones. Por ello, se requiere un método de limpieza que cumpla con funciones bactericidas y fúngicas, sin perjudicar la prótesis ni la mucosa oral.

En cuanto a la educación del paciente sobre la desinfección, es recomendable remojar las prótesis dentales en líquidos desinfectantes, lo que ayuda a prevenir y eliminar la placa bacteriana. Algunos de estos desinfectantes incluyen hipoclorito de sodio, clorhexidina, ácido acético (vinagre) y peróxidos enzimáticos como tabletas efervescentes.

El hipoclorito de sodio (NaOCl) se utiliza para desinfectar prótesis totales, reduciendo la actividad microbiana, con una concentración recomendada del 0.05% y un tiempo de inmersión de 3 minutos. Sin embargo, prolongar su uso puede alterar las propiedades de la prótesis en cuanto a dureza, color y estabilidad dimensional.

La clorhexidina al 0.12% es un agente eficaz para eliminar la Candida albicans, actuando por medio de la interferencia en el transporte de la membrana celular. El tiempo de inmersión puede ser de 30 minutos a 8 horas.

Las tabletas efervescentes se han utilizado durante mucho tiempo para la desinfección. A pesar de su popularidad por su facilidad de uso y aroma agradable, la información sobre sus ingredientes es limitada. Se recomienda un tiempo de inmersión de 10 a 15 minutos para asegurar la reducción de microorganismos.

El ácido acético (vinagre blanco) al 6%, cuando se utiliza en un tiempo de inmersión de 20 minutos, puede eliminar hasta el 90% de la Candida albicans y es efectivo para eliminar manchas por cálculo acumulado.

Los jabones antisépticos también son útiles, reduciendo la biopelícula tras 8 horas de inmersión. Aún no se ha establecido un método óptimo para la desinfección de prótesis acrílicas, ya que este varía desde la esterilización hasta la desinfección química; la eficacia depende del tiempo de exposición. El gluconato de clorhexidina al 0.12% es popular por su sostenibilidad, mientras que el hipoclorito de sodio es un potente bactericida y fungicida que se utiliza en diluciones de 1/10, y los peróxidos alcalinos generan una acción efervescente a partir del peróxido de hidrógeno.

2 Lógica neutrosófica

La lógica neutrosófica (NL) es un armazón general para unificación de muchas lógicas existentes. Generaliza la lógica borrosa (especialmente la lógica intuicionista borrosa). La idea importante de NL es caracterizar cada declaración lógica en un espacio 3D neutrosófico, donde cada dimensión del espacio representa la verdad (T) respectivamente, la falsedad (F), y indeterminancia (I) de la declaración baja consideración, donde T, I, F son estandarte o no estandarte real subconjunto de [-0, 1+] [[4], [5, 34].

La unidad de intervalo clásico [0,1] se puede usado. T,I,F son componentes independientes dejando espacio para información incompleta (cuando la suma superior <1); para consecuente e información contradictoria; (cuando el suma superior >1) o información completa (suma de componentes =1)[6], [7], [8, 32].

Los conjuntos neutrosóficos son una generalización de conjunto borroso (espacialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F) y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F [9-12].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependiente de muchos parámetros desconocidos o conocidos [6], [13] , [14, 35, 38].

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a un problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [15] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [16, 32] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [17-19].

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \tag{1}$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo

$x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

3. Diseño del método para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos

El método propuesto consta de tres procesos principales, selección de perfiles, evaluación de las alternativas y selección de la base de conocimiento del perfil de semejanza. La Figura 1 muestra un esquema con el funcionamiento general del método propuesto.

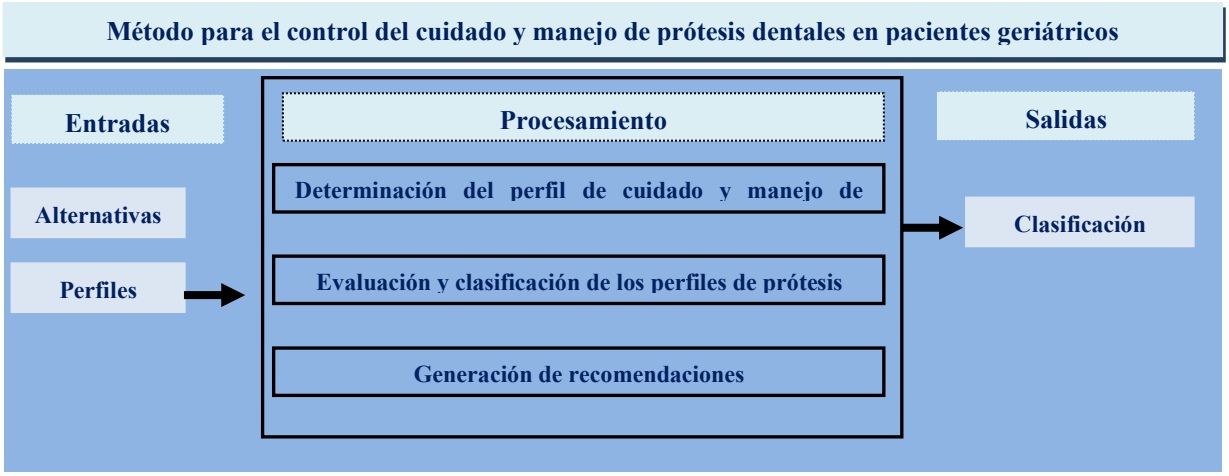


Figura1: Esquema general del funcionamiento del método para el control de perfiles epidemiológico.

A continuación, se presenta el flujo de trabajo. Está basado fundamentalmente en la propuesta de Cordón [20, 21, 32], para sistemas de recomendación basados en conocimiento permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN [22-24] [36].

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta es presentada a continuación.

3.1 Creación de la base de datos con los perfiles para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos

Cada una de las infecciones a_i será descrita por un conjunto de características que conformarán el perfil de control epidemiológico.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \tag{2}$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa a partir de los algoritmos computacionales utilizados para la captura de del control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos [25, 26]:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \tag{3}$$

Las valoraciones de las características de las infecciones, a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos [27, 28].

Una vez descritas el conjunto infecciones asociadas a la atención sanitaria y la resistencia antimicrobiana que representan las alternativas:

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \tag{4}$$

Los perfiles son guardados en una base de datos para su posterior recuperación.

3.2 Obtención del perfil para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos

En esta actividad se determina la información de los perfiles para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos sobre las preferencias de estos almacenándose en un perfil de modo que:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \tag{5}$$

El perfil estará integrado por un conjunto de atributos que caracterizan a las infecciones:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \tag{6}$$

Donde $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional y mediante ejemplos los cuales pueden ser adaptados [29, 32, 37], .

3.3 Filtrado de los perfiles para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos

En esta actividad se filtran los perfiles para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos de acuerdo al perfil almacenado para encontrar cuáles son las más adecuadas según las características presentes.

Con este propósito se calculada la similitud entre el perfil de los pacientes, P_e y cada perfil disponible $a_j$registrado en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left(\left| a_{ij} - a_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| b_{ij} - b_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| c_{ij} - c_j^* \right| \right)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \tag{7}$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos y los almacenados, a_j[30, 36].

3.4 Generación de recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos y los almacenados en la base de datos, cada uno de los perfiles se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representados por el siguiente vector de similitud .

$$D = (d_1, \dots, d_n) \tag{8}$$

La mejor recomendación serán aquellas que mejor satisfagan las necesidades del perfil del paciente, o sea, que presente mayor similitud.

4 Implementación del método propuesto

La presente sección describe la implementación del método propuesto para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos. La herramienta permite la obtención de datos confiables de los socios en las reuniones beneficiando y facilitando el trabajo manual al personal administrativo de la institución. A continuación se presenta un ejemplo demostrativo a partir del cual se parte de la base de datos que posee:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,}, c_5\}$$

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [31].

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)

Término lingüístico	Números SVN
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)

La Tabla 2 muestra una vista con los datos utilizado en este ejemplo.

Tabla 2: Base de datos de perfiles para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	MD	M	M	MB
a_2	B	B	B	M
a_3	M	B	B	M
a_4	B	B	B	MMB
a_5	MDB	B	MMB	MB
a_6	MMB	M	MMB	MDB
a_7	M	B	MMB	MMB

Si un especialista del sistema de salud u_e, desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo expresando sus perfiles de control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos. En este caso:

$$P_e = \{\mathrm{M}, \mathrm{B}, \mathrm{MMB}, \mathrm{MMB}\}$$

El siguiente paso en nuestro ejemplo es el cálculo de la similitud entre el perfil para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos y los perfiles almacenada en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre los perfiles almacenados y el perfil para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
0.15	0.25	0.50	0.55	0.30	0.10	0.95

En la fase de recomendación se recomendará aquel perfil que más se acerquen al perfil para el control del cuidado y manejo de prótesis dentales en pacientes geriátricos. Un ordenamiento de los perfiles basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_7, a_4, a_3, a_5, a_2, a_1, a_6\}$$

En caso de que el sistema recomendará los dos casos más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_7, a_4$$

La aplicación de las recomendaciones provee una vecindad lo más cercano al perfil comparativo para el ejemplo en cuestión la solución es:

$$a_7$$

5 Conclusión

La higiene bucal fue muy importante en todas las fases de la vida; por ende, fue realmente un desafío para los profesionales de la salud bucal promover una buena educación sanitaria al paciente geriátrico, ya que presentaban diversas alteraciones en torno a su edad. De tal manera, la accesibilidad de estas personas a los tratamientos dentales se vio cada vez más reducida, y nuestro esfuerzo se centró en limitar al máximo los daños, estimulando la prevención, aunque fuera activa, es decir, que fueran los profesionales quienes ayudaran en la educación del paciente.

Existieron en el mercado varias opciones de desinfectantes con la eficiencia suficiente para reducir los factores de riesgo en las prótesis dentales, pero se debió recomendar el ajuste a las necesidades de cada paciente. Dentro de esta actitud preventiva, y de forma más especial en aquellas personas portadoras de prótesis dentales, la prevención de enfermedades pasó por una correcta higiene oral (tanto de prótesis como de mucosa), así como por un protocolo de controles periódicos, que estuvo en función de las necesidades individuales de cada paciente

Referencias

[1] M. Roccuzzo, D. M. Layton, A. Roccuzzo, and L. J. Heitz-Mayfield, "Clinical outcomes of peri-implantitis treatment and supportive care: A systematic review," *Clinical oral implants research,* vol. 29, pp. 331-350, 2018.

[2] I. Castro-Gutiérrez, R. Torrecilla-Venegas, Z. Morales-Rivero, Y. Socarrás-Gutiérrez, and Y. Pérez-Muro, "Caracterización de la estomatitis subprótesis en pacientes mayores de 60 años," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 27, no. 6, 2023.

[3] M. Valenzuela-Ramos, N. Gonzales-Aedo, G. Huamán-Espinoza, R. Chacaltana-Limaco, C. Campos-Coronado, and G. Canales-Sermeño, "Factores asociados al nivel de conocimiento de la población sobre el uso, cuidado e higiene en pacientes portadores de Prótesis Dentales Removibles," *Avances en Odontoestomatología,* vol. 38, no. 4, pp. 137-142, 2022.

[4] F. Smarandache, "A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141: American Research Press, 1999.

[5] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.

[6] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[7] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.

[8] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[9] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.

[10] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.

[11] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 22, pp. 273-292, 2020.

[12] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[13] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[14] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realității neconvențională*: Infinite Study, 2012.

[15] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[16] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[17] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.

[18] N. ValcÃ, and M. Leyva-VÃ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, pp. 45-51, 2018.

[19] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.

[20] L. G. P. Cordón, "Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Universidad de Jaén, 2008.

[21] M. R. M. Arroyave, A. F. Estrada, and R. C. González, "Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words]," *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 15, no. 1, pp. 80, 2016.

[22] 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.

[23] 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.

[24] 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.

[25] 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.

[26] 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.

[27] 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.

[28] 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.

[29] L. Pérez, "Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Tesis doctoral. Universidad de Jaén, 2008.

[30] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words," *Ingenieria y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 7-22, 2015.

[31] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[32] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[33] Estupiñan, R. J., Fernández, A. J. R., Sánchez, I. R. A., Cobas, D. E. P., & Soto, O. E. V. "Producción científica y visibilidad de investigadores UNIANDES en SCOPUS: estudio bibliométrico retrospectivo en Ecuador". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34 núm. 1, pp 31, 2023.

[34] Estupiñan, R. J., Vázquez, M. Y. L., Gómez, S. D. Á., Manzanet, J. E. A., Soto, O. E. V., & Guzmán, A. A. R. "La aplicación de la neutrosofía en las ciencias médicas: una revisión bibliográfica narrativa". Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 34 núm. 1, pp 32, 2023.

[35] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, J. J., Barcos Arias, I. F., Macías Bermúdez, J. M., & Moreno Lemus, N. "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador". Neutrosophic Sets and Systems, vol. 44 núm. 1, pp 29, 2021.

[36] Feigenblatt, O. F. V., & Estupiñán Ricardo, J. "El reto de la sostenibilidad en los países en desarrollo: el caso de Tailandia". Revista Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 394-402, 2023.

[37] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[38] Márquez-Carriel, G., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Relationship between the people's Republic of China and the Republic of Ecuador: a perspective from the dependency theory." Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 2, pp 49-62, 2023.

Recibido: 11 de octubre de 2024. Aceptada: 6 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la finerenona en la enfermedad renal diabética

Multicriteria neutrosophic method for the evaluation of finerenone in diabetic kidney disease

Alex Ramón Valencia Herrera[1], John Sebastián Carvajal Gavilanes[2], Karen Gabriela Sulca Espín[3] and Odalis Abigail Peñaloza López[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.alexvalencia@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.johnscg61@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.karengse24@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.odalisapl30@uniandes.edu.ec

Resumen. La Enfermedad Renal Diabética (ERD) es una de las complicaciones más graves de la Diabetes Mellitus (DM) y constituye la principal causa de enfermedad renal terminal. La hiperglucemia crónica desencadena una serie de alteraciones en las células renales, generando un daño progresivo tanto a nivel glomerular como tubular. Además, factores como las alteraciones metabólicas, la hipertensión arterial y la activación del Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona (SRAA) juegan un papel crucial en el desarrollo de lesiones microvasculares. El tratamiento de esta afección incluye la terapia con antidiabéticos, así como el bloqueo del SRAA. En este sentido, la finerenona, un nuevo antagonista de los receptores de mineralocorticoides, ha mostrado resultados prometedores al reducir la proteinuria y frenar la progresión de la ERD. Además, la combinación de finerenona con inhibidores de SGLT-2 ha demostrado un sinergismo terapéutico, lo que resulta en una disminución de la albuminuria y un menor riesgo cardiorrenal. Aunque aún no se han llevado a cabo estudios específicos sobre la administración conjunta de finerenona y Antagonistas del receptor GLP-1 (AR-GLP-1), se sugiere que esta combinación podría tener efectos beneficiosos en la progresión de la ERD. El objetivo de esta investigación es desarrollar un método neutrosófico multicriterio que permita evaluar de manera integral la eficacia de la finerenona en la enfermedad renal diabética, contribuyendo así al avance de las estrategias terapéuticas para esta condición.

Palabras Claves: método neutrosófico multicriterio, Nefropatías Diabéticas, Antagonistas de Receptores de Mineralocorticoide, finerenona

Abstract. Diabetic Kidney Disease (DKD) is one of the most serious complications of Diabetes Mellitus (DM) and is the main cause of end-stage renal disease. Chronic hyperglycemia triggers a series of alterations in renal cells, generating progressive damage at both the glomerular and tubular levels. In addition, factors such as metabolic alterations, arterial hypertension and activation of the Renin-Angiotensin-Aldosterone System (RAAS) play a crucial role in the development of microvascular lesions. The treatment of this condition includes therapy with antidiabetics, as well as blockade of the RAAS. In this regard, finerenone, a new antagonist of mineralocorticoid receptors, has shown promising results by reducing proteinuria and slowing the progression of DKD. In addition, the combination of finerenone with SGLT-2 inhibitors has demonstrated therapeutic synergism, resulting in a decrease in albuminuria and a lower cardio-renal risk. Although specific studies on the co-administration of finerenone and GLP-1 receptor antagonists (GLP-1RAs) have not yet been carried out, it is suggested that this combination could have beneficial effects on the progression of CKD. The aim of this research is to develop a multicriteria neutrosophic method that allows a comprehensive evaluation of the efficacy of finerenone in diabetic kidney disease, thus contributing to the advancement of therapeutic strategies for this condition.

Keywords: multicriteria neutrosophic method, Diabetic Nephropathies, Mineralocorticoid Receptor Antagonists, finerenone

1 Introducción

La Enfermedad renal Diabética, es causada por los periodos prolongados de hiperglucemia, generalmente surge como una complicación microvascular de la Diabetes Mellitus (DM) ya sea tipo 1 o 2, y es la primera causa de enfermedad renal terminal. En 2021, se estimó que 537 millones de personas de entre 20 y 79 años padecían de DM alrededor del mundo, representando al 90 % a 95 % los casos de DM2 con una alta repercusión en el sistema sanitario global, y las muertes alcanzaron los 6,7 millones de personas. Sin embargo, estudios muestran que los números seguirán en aumento, y en 2045 existirán 783 millones de pacientes con esta enfermedad [1, 2]. Esta enfermedad Renal Diabética (ERD) está asociada a múltiples complicaciones como son las cardiovasculares, la progresión a enfermedad renal crónica y el inicio de la terapia de sustitución renal. Teniendo en cuenta las complicaciones, se debe instaurar terapia con antidiabéticos, pero a pesar del tratamiento convencional aún existe el riesgo de progresión de esta patología [3, 23].

Según las últimas actualizaciones de la Asociación Americana de Diabetes (ADA), el Diagnóstico para ERD está basado en dos hallazgos, La tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) < 60 ml/min/1,73m2 o una excreción de albúmina urinaria, determinada por el índice de albúmina-creatinuria (UACR) ≥ 30 mg/g por un periodo mayor a 3 meses [4]. Por otra parte, también se ha evidenciado que pérdida urinaria de albumina causa la ausencia de producción de la proteína Klotho, la cual tiene función antienvejecimiento. La pérdida de esta proteína según la evidencia causa un envejecimiento acelerado causado por la hipertrofia, fibrosis cardíaca, calcificación vascular e hiperaldosteronismo [5, 22].

El principal indicador de ERD es la hiperglicemia crónica, que causa alteraciones en las células renales propias, generando mediadores humorales y citoquinas proinflamatorias. Estas alteraciones Causan daño progresivo a nivel glomerular y tubular, lo que evoluciona hasta llegar a la enfermedad renal. Sin embargo, varios factores que incluyen las alteraciones metabólicas de los lípidos, Hipertensión arterial (HTA), y la alteración en el Sistema Renina Angiotensina aldosterona (SRAA) ligada a la sobre activación de los receptores de mineralocorticoides determinan las lesiones microvasculares anteriormente nombradas, y modifican el desarrollo y la progresión de la ERC. Por lo tanto, se considera al bloqueo del SRAA uno de los principales tratamientos para la ERD [2, 24]

A lo largo de los años se ha creado cada vez mejores esquemas terapéuticos para la Enfermedad Renal Diabética, considerando sus mecanismos fisiopatológicos, vías hemodinámicas, inflamatorias y metabólicas, pero debido al crecimiento mundial del número de pacientes, ya sea por el sedentarismo, o estilo de vida actual en la sociedad, se crea en la comunidad científica la necesidad de nueva terapéutica, para reducir el impacto de esta enfermedad a nivel sanitario. A partir de esta necesidad, se ideó un nuevo Antagonista de los receptores de los mineralocorticoides (ARM) selectivo no esteroideo conocido como Finerenona, el cual trae beneficios como disminuir la proteinuria en pacientes con DM2 y ERC, pero también enlentecería la progresión de la ERC [4, 22].

En base a estos hallazgos la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la finerenona en la enfermedad renal diabética.

2 Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de la finerenona en la enfermedad renal diabética.

El sistema propuesto está estructurado para soportar para la evaluación de la finerenona en la enfermedad renal diabética, basado en evidencia clínica. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el contexto analizado (entradas, procesamiento y salidas).

1. Las entradas del sistema: representan el conjunto de pacientes a analizar, los síntomas, enfermedades asociadas a la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva, las relaciones causales que poseen los síntoma y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.
2. El procesamiento del sistema: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva.
3. Las salidas del sistema: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene la evaluación de los factores de riesgo.

El método para la evaluación de la finerenona en la enfermedad renal diabética, está conformado por cinco actividades: (1) identificación de los indicadores; (2) determinación de las relaciones causales; (3) identificación de los pesos atribuidos a los indicadores; (4) Preferencia atribuida a los indicadores del paciente; y (5) Simulación de las manifestaciones, que son descritas a continuación:

Actividad 1 identificación de los indicadores: La identificación de los indicadores representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de criterios que representan la base de inferencia [6, 25]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de manifestaciones

posibles.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de los indicadores. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas que se manifiestan. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

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]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [7], [8] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & W_{ij} & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j. C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte causalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a los indicadores: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [9],[10],[11]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifestación [12-14], [26].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{1}$$

Actividad 4 Preferencia atribuida a los indicadores del paciente: la identificación de los indicadores es la actividad que consiste en determinar cuáles síntomas están presentes en los casos analizados. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los síntomas.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del síntoma (AS)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del síntoma (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del síntoma (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del síntoma (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del síntoma (AP)

Actividad 5 Simulación de las manifestaciones: se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [15], [16, 22] los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1;\, j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (2)$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación [17, 27].

3. Implementación del método para la evaluación de la finerenona en la enfermedad renal diabética

En esta sección se presenta la descripción detallada de la implementación del método diseñado para la evaluación de la finerenona en la enfermedad renal diabética. Este enfoque busca proporcionar un marco integral que permita analizar de manera efectiva el impacto de la finerenona sobre los distintos aspectos clínicos y bioquímicos de la enfermedad, facilitando la toma de decisiones informadas en su uso terapéutico.

Actividad 1 identificación de los indicadores:

El proceso de selección de los indicadores representa las manifestaciones puede estar presente en varias enfermedades [18, 28]. Para determinar los indicadores se utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de los indicadores.

Nodo	Indicador	Descripción
C_1	Eficacia en la reducción de la proteinuria	Evaluar el grado de disminución de la excreción de albumina en orina y su relación con la progresión de la enfermedad renal.
C_2	Tasa de filtración glomerular	Monitorear los cambios en la tasa de filtración glomerular (TFG) para determinar el efecto renoprotector de la finerenona.
C_3	Control de la presión arterial	Analizar la capacidad de la finerenona para ayudar a mantener niveles óptimos de presión arterial en pacientes con enfermedad renal diabética.
C_4	Mejora de los parámetros metabólicos	Evaluar su efecto en los niveles de glucosa y otros marcadores metabólicos relevantes en pacientes con Diabetes Mellitus.
C_5	Eventos adversos y tolerabilidad	Considerar la seguridad del tratamiento a largo plazo, evaluando la incidencia de efectos secundarios y la tolerabilidad general por parte de los pacientes.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre los indicadores se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante.

	C_1	**C_2**	**C_3**	**C_4**	**C_5**
C_1	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_3	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.75, 0.5,0.25]
C_4	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]
C_5	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a los indicadores:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), se obtiene el comportamiento del peso atribuido a las manifestaciones. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a los indicadores.

Nodo	Indicadores	Peso
C_1	Eficacia en la reducción de la proteinuria	[0.63,0.85,0.80]
C_2	Tasa de filtración glomerular	[0.67,0.85,0.80]
C_3	Control de la presión arterial	[0.82,0,15,0.20]
C_4	Mejora de los parámetros metabólicos	[0.6,0.85,0.80]
C_5	Eventos adversos y tolerabilidad	[0.63,0.85,0.80]

Actividad 4 Preferencia atribuida a los indicadores del paciente:

A partir de la entrevista al paciente se determinó el grado de preferencia que poseen los indicadores mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el paciente objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a los indicadores del paciente.

Pacientes	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.60,0.35,0.40]	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]

Actividad 5 Simulación de las manifestaciones:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de los pacientes mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los síntomas y prevé la evolución de ellos en los pacientes. La Figura 1 muestra el resultado de la simulación donde se muestran las manifestaciones y su evolución.

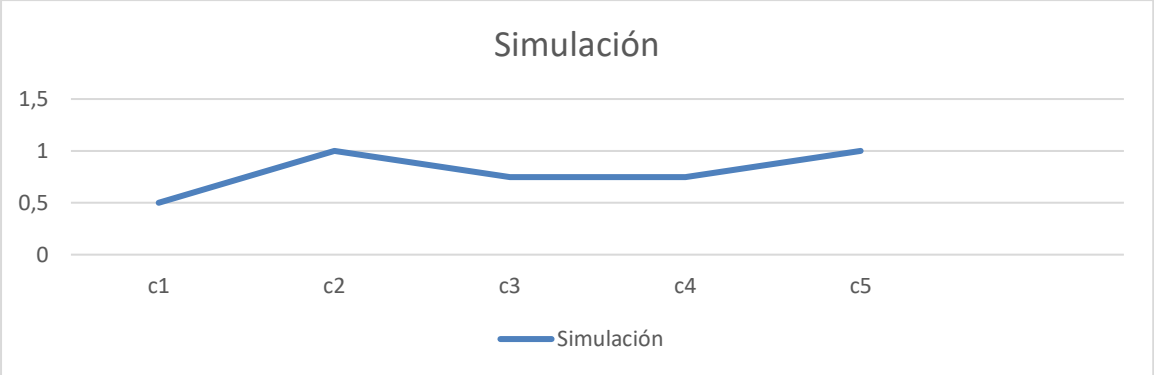


Figura 1: Resultado de la simulación de las manifestaciones.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las manifestaciones se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de la enfermedad. La Tabla 7 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 7: Peso atribuido a los indicadores.

Pacientes A_1	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.63,0.85,0.80]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.69,0.85,0.80]
C_2	[0.67,0.85,0.80]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.71, 0.5,0.25]
C_3	[0.82,0,15,0.20]	[0.60,0.35,0.40]	[0.71, 0.5,0.25]
C_4	[0.6,0.85,0.80]	[1,0,0]	[0.82,0,15,0.20]
C_5	[0.63,0.85,0.80]	[0.60,0.35,0.40]	[0.61,0.85,0.80]
Índice			[0.70, 0.5,0.25]

A partir del índice determinado se realiza una comparación del valor donde el I= 0.70, para el caso analizado representa una evaluación adecuada del empleo de la finerenona en la enfermedad renal diabética.

A pesar de que el método aplicado ha indicado una evaluación favorable del uso de la finerenona en el contexto de la enfermedad renal diabética, con un índice I = 0.79 en el caso simulado, resulta fundamental expandir el alcance de la investigación. Para obtener conclusiones más robustas y generalizables, es imperativo incrementar el tamaño de la muestra estudiada y explorar bases de datos que contengan grandes volúmenes de información clínica. Asimismo, es recomendable llevar a cabo estudios adicionales que incluyan diversos cohortes y condiciones clínicas, con el fin de validar los hallazgos actuales y examinar las interacciones potenciales de la finerenona con otros tratamientos y factores clínicos. Estas acciones permitirán un análisis más completo y detallado de los efectos de la finerenona, fortaleciendo así la evidencia científica existente.

4 Discusión

La finerenona es un antagonista del receptor de mineralocorticoides desarrollado con el propósito de disminuir el riesgo de daño permanente en los glomérulos, eventos cardíacos adversos y hospitalización por insuficiencia cardíaca en adultos que padecen de enfermedad renal crónica asociada con diabetes mellitus tipo 2. [25, 26]

Hasta el momento, la finerenona es el único medicamento aprobado por la FDA con datos respaldados por grandes ensayos aleatorios centrados en parámetros renales. Se ha observado que la finerenona presenta una mayor selectividad por el receptor de mineralocorticoides que la espironolactona y una mayor afinidad de unión al receptor en comparación con la eplerenona [19, 22].

Un estudio comparativo realizado en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica y enfermedad renal crónica leve a moderada demostró que la finerenona tuvo un efecto similar al de la espironolactona en lo que respecta a los marcadores clínicos y biomarcadores cardíacos relacionados con el estrés hemodinámico y la albuminuria, pero con una menor incidencia de hiperpotasemia y disfunción renal.

Los pacientes con ERC y DM2 tratados con finerenona tuvieron un menor riesgo en cuanto a criterios de valoración: la primera se define como una disminución sostenida en la tasa de filtración glomerular de $\geq 40\%$ desde el inicio o muerte por causas renales, segundo se redujo notoriamente el tiempo hasta la insuficiencia renal y tercero se redujo el riesgo de enfermedad renal terminal (ERT) en un 20% [20, 23].

Según la evidencia actual, se requiere un enfoque de tratamiento integral y colaborativo para prevenir la progresión de la enfermedad renal crónica (ERC) y disminuir el riesgo de eventos cardiovasculares. En investigaciones recientes, la terapia adicional con finerenona, un antagonista de los receptores de mineralocorticoides no esteroideos, junto con un inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) o un bloqueador del receptor de angiotensina II (AT1) y un inhibidor del cotransportador de sodio-glucosa tipo 2 (SGLT2), representa una estrategia terapéutica eficaz para mejorar la protección renal en la ERC [21, 27].

Las guías clínicas actuales recomiendan los inhibidores de SGLT-2 y la finerenona, que es un ARM no esteroideo selectivo, para tratar la enfermedad renal crónica (ERC) asociada con la diabetes tipo 2 (DM2). Como cada uno de estos dos medicamentos tiene un efecto independiente sobre el corazón y el riñón y un efecto sinérgico complementado entre sí, se podría suponer que esos beneficios cardiorrenales serían más notables que los de cualquier medicamento por sí solo.

En modelos preclínicos de daño en órganos terminales inducido por hipertensión, la terapia combinada inicial de empagliflozina y finerenona en dosis más bajas demostró tener mejores efectos que la monoterapia en índices funcionales como albuminuria y presión arterial, así como en biomarcadores como creatinina sérica, nitrógeno ureico en sangre y niveles de ácido úrico. Además, esta terapia combinada aumentó la tasa de supervivencia en estudios preclínicos y mejoró las características histopatológicas de la fibrosis en muestras de tejido cardíaco y renal. La noción de una posible sinergia entre estos fármacos ha sido respaldada aún más en análisis posteriores de grandes ensayos clínicos [21, 28].

En el ensayo FIDELIO-DKD, se demostró que la finerenona es igualmente eficaz para reducir la albuminuria entre los pacientes a los que se les administraron inhibidores de SGLT-2 simultáneamente y a los que no. De manera similar, el análisis FIDELITY reveló que la finerenona mitigó eficazmente el riesgo cardiorrenal independientemente del uso de inhibidores de SGLT-2 como terapia de base. Dado que los inhibidores de SGLT-2 producen una reducción de potasio, se cree que esta combinación terapéutica minimiza el riesgo de hiperpotasemia asociada con la finerenona. Según el análisis de subgrupos, los pacientes que habían sido tratados con finerenona, pero no con inhibidores de SGLT-2 mostraron menos hiperpotasemia en comparación con los controles [2].

5 Conclusión

La enfermedad renal diabética es una de las complicaciones de los pequeños vasos sanguíneos, provocando cambios hemodinámicos, metabólicos, estrés oxidativo y aumento de la inflamación, reduciendo la tasa de filtración glomerular (TFG) y albuminuria.

La finerenona es un nuevo antagonista selectivo de los receptores de mineralocorticoides no esteroideo, lo que

conduce a una disminución de la inflamación y la fibrosis, lo que a su vez contribuye a mejorar la salud cardiovascular y renal de los pacientes diabéticos con problemas en los riñones, resultando en una mejor calidad de vida para ellos. Para que los pacientes puedan beneficiarse del tratamiento con finerenona, es necesario que mantengan una función renal estable, una TFG >25 ml/min/1,73 m², una excreción de albúmina >30 mg/g y niveles de potasio en suero <5 mEq/l.

Según los resultados del Método neutrosófico implementado, con la finerenona hay menor producción de hiperkalemia en comparación con otros los ARM clásicos, mejorando los resultados renales en estadios 3 y 4 y albuminuria severa. Estos hallazgos respaldan la seguridad y eficacia de la finerenona como una estrategia terapéutica viable para pacientes con enfermedad renal diabética (ERD).

Referencias

[1] J. Rico Fontalvo, L. C. Vázquez Jiménez, T. Rodríguez Yánez, R. Daza Arnedo, M. Raad Sarabia, J. D. Montejo Hernández, M. Lopera Vargas, and J. Jiménez Quintero, "Update on diabetic kidney disease," *Anales de la Facultad de Ciencias Médicas (Asunción),* vol. 55, no. 3, pp. 86-98, 2022.

[2] J. L. Górriz, J. R. González-Juanatey, L. Facila, M. J. Soler, A. Valle, and A. Ortiz, "Finerenone: towards a holistic therapeutic approach to patients with diabetic kidney disease," *Nefrología (English Edition)*, 2023.

[3] W. A. Chiluisa-Castillo, and A. S. Bueno-Castro, "Actualización de tratamiento farmacológico de enfermedad Renal en pacientes diabéticos," *MQRInvestigar,* vol. 7, no. 3, pp. 3494-3515, 2023.

[4] J. Rico Fontalvo, J. Montejo Hernández, L. Vázquez Jiménez, T. Rodríguez Yánez, R. Daza Arnedo, M. X. Cardona Blanco, J. López Lozano, and M. Plaza Rivero, "Bloqueo del eje renina angiontensina aldosterona (RAAS) en la enfermedad renal diabética. Más allá del control de la hipertensión arterial," *Anales de la Facultad de Ciencias Médicas (Asunción),* vol. 56, no. 1, pp. 46-57, 2023.

[5] J. Rico Fontalvo, R. Daza Arnedo, N. Aguilar Salcedo, M. Alfaro, D. Navas Torrejano, M. Cardona Blanco, I. Uparella Gulfo, M. Raad Sarabia, E. Abuabara Franco, and J. Cabrales, "Nueva evidencia en el tratamiento de la enfermedad renal diabética:¿ qué aporta la finerenona?," *Revista Colombiana de Nefrología,* vol. 9, no. 3, 2022.

[6] 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.

[7] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.

[8] 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.

[9] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.

[10] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[11] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.

[15] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.

[16] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 18, no. 2, 2018.

[17] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[18] C. Danienson, "Competencias docentes: desarrollo, apoyo y evaluación," *Serie Documental de Preal*, no. No.51, 2011.

[19] P. I. Georgianos, V. Vaios, T. Eleftheriadis, E. Papachristou, and V. Liakopoulos, "Therapeutic advances in diabetic kidney disease," *International Journal of Molecular Sciences,* vol. 24, no. 3, pp. 2803, 2023.

[20] J. Barrera‐Chimal, F. Jaisser, and H. J. Anders, "The mineralocorticoid receptor in chronic kidney disease," *British journal of pharmacology,* vol. 179, no. 13, pp. 3152-3164, 2022.

[21] J. R. González-Juanatey, J. L. Górriz, A. Ortiz, A. Valle, M. J. Soler, and L. Facila, "Cardiorenal benefits of finerenone: protecting kidney and heart," *Annals of medicine,* vol. 55, no. 1, pp. 502-513, 2023.

[22] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[23] Feigenblatt, O. F. V., & Estupiñán Ricardo, J. "El reto de la sostenibilidad en los países en desarrollo: el caso de Tailandia". Revista Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 394-402, 2023.

[24] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[25] Ezquerra Quintana, G., Gil Mateos, J. E., & Márquez Sánchez, F. "Educación para el desarrollo sostenible, su dimensión ambiental.: Una visión desde y para las universidades en América." Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, vol. 4 núm. 3, pp 72-81, 2016.

[26] Reyes, P. R. S. A., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Hybrid and avant-garde methods for cost of capital evaluation." Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 482-489, 2023.

[27] Ortega, R. S., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Capítulo 18. Natural and cultural heritage un the tourismo economy of the province of Guayas." La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinar, p. 421. Thomson Reuters Aranzadi, 2022.

[28] Pozo-Estupiñan, C., Sorhegui-Ortega, R., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Pensamiento Económico: Sostenibilidad y Economía Agraria (Economic Thinking: Sustainability and Agricultural Economy)". In Forthcoming, En IX Congreso Internacional "Tecnología, Universidad y Sociedad". Samborondón, Ecuador, 2021.

Recibido: 11 de octubre de 2024. Aceptada: 7 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Breve Introducción a los Conjuntos y a la Lógica Neutrosófica Estándar y no Estándar

Brief Introduction to Sets and Standard and Non-Standard Neutrosophic Logic

Florentino Smarandache[1]

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

Resumen: Se recuerdan las definiciones de Conjunto Neutrosófico de Valor Único (SVNS), Conjunto Neutrosófico de Valor Intervalo (IVNS), Conjunto Neutrosófico de Valor Subconjunto (SVNS) y, respectivamente, Conjunto Neutrosófico No Estándar [Con Valor Único (SVNS NoS), Con Valor Intervalo (IVNS NoS) y Con Valor Subconjunto (SVNS NoS)], junto con sus operadores. De manera similar, para Conjunto Neutrosófico Estándar y No Estándar. Lógica neutrosófica.

Palabras Claves: Conjuntos, Lógica Neutrosófica Estándar, Valor Único

Abstract: The definitions of Single Value Neutrosophic Set (SVNS), Interval Value Neutrosophic Set (IVNS), Subset Value Neutrosophic Set (SVNS) and, respectively, Non-Standard Neutrosophic Set [With Single Value (SVNS NoS), With Interval Value (IVNS NoS) and With Subset Value (SVNS NoS)], along with their operators, are recalled. Similarly, for Standard and Non-Standard Neutrosophic Set. Neutrosophic Logic.

Keywords: Sets, Standard Neutrosophic Logic, Single Value

1. Introducción

El conjunto neutrosófico fue introducido en 1995 por F. Smarandache como una extensión del conjunto difuso intuicionista. Las primeras publicaciones se realizaron entre 1998 y 2005 [25, 26].

2. Conjunto Neutrosófico Estándar y Lógica

Sea $\mathcal{U}$un universo de discurso y $\mathcal{S}$un subconjunto no vacío de $\mathcal{U}$. Sean $t(x), i(x), f(x)$los grados de verdad (pertenencia), indeterminación y falsedad (no pertenencia) respectivamente del elemento genérico $x$respecto del conjunto $\mathcal{S}$.
Dejar $\mathcal{S} = \left\{x_{(t(x),i(x),f(x))}, \text{for } x \in \mathcal{U}\right\}$.

2.1 Definición del conjunto neutrosófico de valor único (SVNS)

$\mathcal{S}$es un Conjunto neutrosófico de valor único si:

$$t(x), i(x), f(x): \mathcal{S} \to [0,1]$$

(o $t(x), i(x), f(x)$son números individuales en [0, 1]) tales que:

$$0 \leq t(x) + i(x) + f(x) \leq 3$$

2.2 Definición del conjunto neutrosófico de valores de intervalo (IVNS)

$\mathcal{S}$es un Conjunto neutrosófico con valores de intervalo si:

$$t(x), i(x), f(x): \mathcal{S} \to \mathcal{P}([0,1])$$

donde $\mathcal{P}([0,1])$es el conjunto potencia de [0, 1], y $t(x), i(x), f(x)$son intervalos incluidos en [0, 1] tales que:

$$0 \leq inf\big(t(x)\big) + inf\big(i(x)\big) + inf\big(f(x)\big) \leq sup\big(t(x)\big) + sup\big(i(x)\big) + sup\big(f(x)\big) \leq 3$$

2.3 Definición de conjunto neutrosófico con valores de subconjunto (SVNS)

$\mathcal{S}$es un Conjunto neutrosófico con valores de subconjunto si:

$$t(x), i(x), f(x): \mathcal{S} \to \mathcal{P}([0,1])$$

y $t(x), i(x), f(x)$son subconjuntos incluidos en [0, 1] tales que:

$$0 \leq inf\big(t(x)\big) + inf\big(i(x)\big) + inf\big(f(x)\big) \leq sup\big(t(x)\big) + sup\big(i(x)\big) + sup\big(f(x)\big) \leq 3$$

3. Necesidad de introducir el conjunto neutrosófico no estándar y la lógica

Para hacer la distinción entre la Verdad Relativa (la verdad en al menos un mundo, según Leibniz) y la Verdad Absoluta (la verdad en todas las palabras posibles, también según Leibniz), consideramos el Análisis No Estándar:

$t(x) = 1$, que significa verdad relativa (pertenencia),

y $t(x) = 1^+$, que significa verdad absoluta (pertenencia).

De manera similar, para la indeterminación relativa y la indeterminación absoluta respectivamente:

$i(x) = 1$, por indeterminación relativa,

y $i(x) = 1^+$, por indeterminación absoluta.

Y para la falsedad relativa (no pertenencia) y la falsedad absoluta (no pertenencia):

$f(x) = 1$, por falsedad relativa (no pertenencia),

y $f(x) = 1^+$, por falsedad absoluta (no pertenencia).

4. Introducción al análisis no estándar

Abraham Robinson en la década de 1960 desarrolló el análisis no estándar [15, 16, 27, 28], definiendo rigurosamente los infinitesimales y los números infinitos.

Un número infinitesimal (ε) es un número ε tal que su valor absoluto es $|\varepsilon| < \frac{1}{n}$, para cualquier entero positivo no nulo n . Un infinitesimal es cercano a cero y tan pequeño que no se puede medir.

El infinitesimal es un número menor, en valor absoluto, que cualquier número positivo distinto de cero. Los infinitesimales se utilizan en cálculo, pero se interpretan como números reales diminutos.

Un número infinito (ω) es un número mayor que cualquier cosa:

$1 + 1 + 1 + \cdots + 1$(para cualquier número finito de términos).

Los infinitos son recíprocos de los infinitesimales.

El conjunto de hiperreales (reales no estándar), denotado como R^*, es la extensión del conjunto de los números reales, denotado como R, y comprende los infinitesimales y los infinitos, que pueden representarse en la línea de números hiperreales.

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{\omega}{1}$$

El conjunto de hiperreales satisface el principio de transferencia , que establece que los enunciados de primer orden en R son válidos R^*también [según el Análisis No Estándar clásico].

Una mónada (halo) de un elemento $a \in R^*$, denotado por $\mu(a)$, es un subconjunto de números infinitesimalmente cercanos a a .

Denotemos por R_+^*el conjunto de números hiperreales positivos distintos de cero.

La mónada izquierda y la mónada derecha se definieron de la siguiente manera:

La Mónada Izquierda {que denotamos, para simplificar, por (^-a)}, se define como:

$$\mu(^{-}a) = (^{-}a) = \{a - x, x \in R_{+}^{*} | x \text{ is infinitesimal}\}$$

La Mónada Recta {que denotamos, para simplificar, por (a^{+})}, se define como:

$$\mu(a^{+}) = (a^{+}) = \{a + x, x \in R_{+}^{*} | x \text{ is infinitesimal}\}$$

5. Extensiones del análisis no estándar

En 1998, Smarandache [25] introdujo el Binad perforado.

5.1. El Binad Perforado {que denotamos, para simplificar, por $(^{-}a^{+})$} se define como:

$$\mu(^{-}a^{+}) = (^{-}a^{+}) =$$

$$= \{a - x, x \in R_{+}^{*} | x \text{ is a positive infinitesimal}\} \cup \{a + x, x \in R_{+}^{*} | x \text{ is a positive infinitesimal}\}$$

$$= \{a - x, x \in R^{*} | x \text{ is a positive or negative infinitesimal}\}.$$

Más tarde, en 2019, Smarandache [23] también introdujo la Mónada Izquierda Cerrada a la Derecha, la Mónada Derecha cerrada a la Izquierda y la Binada No Perforada (todas definidas a continuación) para tener el Conjunto Mónada/ Binada Real No Estándar cerrado bajo operaciones aritméticas.

5.2. Mónada izquierda cerrada a la derecha

$$\mu\binom{-0}{a} = \binom{-0}{a} = \left\{a - x | x = 0, \text{or } x \in R_{+}^{*}, \text{and } x \text{ is infinitesimal}\right\}$$

$$= \mu(^{-}a) \cup \{a\}$$

Por notación, $\mu\binom{0}{a} = \binom{0}{a} = {}^{0}a = a$.

Y por $x = {}^{-0}a$ hiperreal entendemos $x = a - \varepsilon$, o $x = a$, donde εes un infinitesimal positivo. Por lo tanto, $x$no se sabe con claridad, $x \in \{a - \varepsilon, a\}$.

5.3. Mónada derecha cerrada a la izquierda

$$\mu\binom{0+}{a} = \binom{0+}{a} =$$

$$\{a + x | x = 0, \text{or } x \in R_{+}^{*}, \text{and } x \text{ is infinitesimal}\}$$

$$= \mu(a^{+}) \cup \{a\}$$

Y por lo $x = {}^{0+}a$ hiperreal entendemos $x = a + \varepsilon$, o $x = a$, donde εes un infinitesimal positivo. Por lo tanto, $x$no se sabe con claridad, $x \in \{a, a + \varepsilon\}$.

5.4. Binad sin perforar

$$\mu\binom{-0+}{a} = \binom{-0+}{a} =$$

$$\{a + x | x = 0, \text{or } x \in R^{*}, \text{and } x \text{ is positive or negative infinitesimal}\}$$

$$= \mu(^{-}a) \cup (a^{+}) \cup \{a\} = (^{-}a) \cup (a^{+}) \cup \{a\}$$

Y por lo $x = {}^{-0+}a$ hiperreal entendemos $x = a - \varepsilon$, o $x = a$, o $x = a + \varepsilon$, donde εes un infinitesimal positivo. Por lo tanto, $x$no se sabe con claridad, $x \in \{a - \varepsilon, a, a + \varepsilon\}$.

La mónada izquierda, la mónada izquierda cerrada a la derecha, la mónada derecha, la mónada derecha cerrada a la izquierda, la bínada perforada y la bínada no perforada son subconjuntos de R^{*}, mientras que los hiperreales anteriores son números de R^{*}.

6. Conjunto y lógica neutrosófica no estándar

Sea $\mathcal{U}$un universo de discurso, y $\mathcal{S}$un subconjunto no vacío de $\mathcal{U}$.
Dejar $\mathcal{S} = \left\{x_{(t(x),i(x),f(x))}, \text{for } x \in \mathcal{U}\right\}$.

6.1 Definición de conjunto neutrosófico no estándar univaluado y lógica

$\mathcal{S}$es un conjunto neutrosófico no estándar de valor único y lógica , si:

$$t(x), i(x), f(x): \mathcal{S} \to \left]^{-}0, 1^{+}\right[$$

donde $\left]^{-}0, 1^{+}\right[$es el intervalo unitario no estándar, que es un conjunto que contiene, además de los números reales ordinarios entre 0 y 1, también:
Mónadas izquierdas, Mónadas derechas;
Además de lo recién introducido por Smarandache [23, 25] en 1998-2019:
Mónadas izquierdas cerradas hacia la derecha,
Mónadas derechas cerradas hacia la izquierda,
Binads perforados,
y Binads sin perforar.
Por supuesto,$[0, 1] \subset \left]^{-}0, 1^{+}\right[$.
También,

$$-0 \leq inf\left(t(x)\right) + inf\left(i(x)\right) + inf\left(f(x)\right) \leq sup\left(t(x)\right) + sup\left(i(x)\right) + sup\left(f(x)\right) \leq 3^{+}$$

6.2 Definición de conjunto neutrosófico no estándar con valores de intervalo y lógica

$\mathcal{S}$es un conjunto neutrosófico no estándar con valores de intervalo y lógica , si:

$$t(x), i(x), f(x): \mathcal{S} \to \mathcal{P}(\left]^{-}0, 1^{+}\right[)$$

¿Dónde $\mathcal{P}(\left]^{-}0, 1^{+}\right[)$está el conjunto potencia de todos los subconjuntos estándar y no estándar de$\left]^{-}0, 1^{+}\right[$ siendo $t(x), i(x), f(x)$intervalos no estándar de la forma:

$$\left]^{*}a\,,^{*}b\right[$$

donde $0 \leq a \leq b \leq 1$, y $^{*}a < {}^{\#}b$,

dónde $^{*}a \in \{a, a, a, a, a, a, a\}$

similarmente $^{\#}b \in \{b, b, b, b, b, b, b\}$.

6.3 Definición de conjunto neutrosófico no estándar con valores de subconjunto y lógica

$\mathcal{S}$es un conjunto neutrosófico no estándar con valores de subconjunto y lógica , si:

$$t(x), i(x), f(x): \mathcal{S} \to \mathcal{P}(\left]^{-}0, 1^{+}\right[)$$

siendo $t(x), i(x), f(x)$subconjuntos no estándar del intervalo no estándar $\left]^{-}0, 1^{+}\right[$.

7. Operadores neutrosóficos estándar y no estándar

En primer lugar, debemos recordar la t-norma y la t-conorma del conjunto difuso y la lógica:

7.1. Una t-norma [29] es una función t: [0, 1] × [0, 1] → [0, 1] que satisface las siguientes propiedades:
Conmutatividad : t(a , b) = t(b , a)
Monotonía : t(a , b) ≤ t(c , d) si a ≤ c y b ≤ d
Asociatividad : t(a , t(b , c)) = t(t(a , b), c)
El número 1 actúa como elemento identidad : t(a , 1) = a
Una notación común en conjuntos difusos y lógica es t(a, b) = a /\ F b, que significa intersección o conjunción respectivamente.

A t-conorm [29] es una función $\perp : [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ que satisface las siguientes propiedades:
Conmutatividad: $\perp (a , b) = \perp (b , a)$
Monotonía: $\perp (a , b) \leq \perp (c , d)$ si $a \leq c$ y $b \leq d$
Asociatividad: $\perp (a , \perp (b , c)) = \perp (\perp (a , b), c)$
Elemento identidad: $\perp (a , 0) = a$
Una notación común en conjuntos difusos y lógica es t(a, b) = a $\vee$ F b, que significa unión o disyunción respectivamente.

Todos los tipos de operadores neutroóficos estándar y no estándar anteriores se basan en la norma t difusa ($\wedge$ F) y la conorma t difusa ($\vee$ F).

Sea x(T, I, F)

7.2. Intersección/conjunción neutroófica estándar y no estándar ($\wedge_N$)

$$x(T_1, I_1, F_1) \wedge_N x(T_2, I_2, F_2) = x(T_1 \wedge_F T_2, I_1 \vee_F I_2, F_1 \vee_F F_2)$$

7.3. Unión/disyunción neutroófica estándar y no estándar ($\vee_N$)

$$x(T_1, I_1, F_1) \vee_N x(T_2, I_2, F_2) = x(T_1 \vee_F T_2, I_1 \wedge_F I_2, F_1 \wedge_F F_2)$$

7.4. Complemento/negación neutroósfica estándar y no estándar ($\neg_N$)

$$\neg_N x(T, I, F) = \bar{x}(F, 1 - I, T)$$

7.5. Implicación neutrosófica estándar y no estándar ($\rightarrow_N$)

$$A_1(T_1, I_1, F_1) \rightarrow_N A_2(T_2, I_2, F_2)$$

es neutrosóficamente equivalente a

$$\neg_N A_1(T_1, I_1, F_1) \vee_N A_2(T_2, I_2, F_2)$$

7.6. Equivalencia neutrosófica estándar y no estándar ($\leftrightarrow_N$)

$$A_1(T_1, I_1, F_1) \leftrightarrow_N A_2(T_2, I_2, F_2)$$

es neutrosóficamente equivalente a

$$A_1(T_1, I_1, F_1) \rightarrow_N A_2(T_2, I_2, F_2) \text{ y } A_2(T_2, I_2, F_2) \rightarrow_N A_1(T_1, I_1, F_1) .$$

Conclusión

En este artículo revisamos los diversos tipos de conjuntos y lógicas neutrosóficas estándar y no estándar, utilizados durante aproximadamente tres décadas de investigación y aplicaciones científicas.

Con la ayuda de la t-norma difusa y la t-conorma difusa recordamos las definiciones de los operadores neutrosóficos estándar y no estándar.

Referencias

[1] Imamura, Takuma (2018). Sobre la definición de la lógica neutrosófica. arXiv:1811.02961 [Enviado el 7 de noviembre de 2018 (v1), última revisión el 17 de agosto de 2022 (v2)]. Universidad de Cornell, EE. UU. https://arxiv.org/abs/1811.02961

[2] Xindong Peng y Jingguo Dai (2018). Un análisis bibliométrico del conjunto neutrosófico: revisión de dos décadas desde 1998 hasta 2017. Artificial Intelligence Review , Springer, 18 de agosto de 2018; http://fs.unm.edu/BibliometricNeutrosophy.pdf

[3] Smarandache, Florentin (2013). Lógica neutrosófica refinada de n valores y sus aplicaciones en física. Progress in Physics 4, 143-146. Sitio web de la UNM: http://fs.unm.edu/n-ValuedNeutrosophicLogic-PiP.pdf

[4] Smarandache, Florentin (2002). Neutrosofía, una nueva rama de la filosofía. Lógica de valores múltiples / Revista internacional 8(3), 297-384

[5] Smarandache, Florentin (1998). Neutrosofía. Probabilidad neutrosófica, conjunto y lógica. ProQuest Information & Learning, Ann Arbor, Michigan, EE. UU. Sitio web de la UNM: http://fs.unm.edu/eBook-Neutroosphics6.pdf

[6] Smarandache, Florentin (2002). Un campo unificador en lógica: lógica neutrosófica. Multiple Valued Logic / An International Journal 8(3), 385-438. {Todo el número de esta revista está dedicado a la neutrosofía y la lógica neutrosófica.}
[7] Smarandache, Florentin (2003). Definición de lógica neutrosófica: una generalización de la lógica difusa intuicionista. Actas de la 3.ª Conferencia de la Sociedad Europea de Lógica y Tecnología Difusas, 2003, págs. 141-146
[8] Smarandache, Florentin (2016). Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Lo mismo para Neutrosophic Over-/Under-/Off- Logic, Probability, and Statistics, Pons, Bruselas, Bélgica. Repositorio digital de la UNM: https://digitalrepository.unm.edu/math_fsp/26/
[9] Ashbacher, Charles (2002). Sección: "Conexiones lógicas en la lógica neutrosófica", págs. 59-72 en su libro "Introducción a la lógica neutrosófica", ProQuest Information & Learning, Ann Arbor. http://fs.unm.edu/IntrodNeutLogic.pdf
[10] Rivieccio, Umberto (2008). Lógica neutrosófica: perspectivas y problemas. Fuzzy Sets and Systems 159(14), 1860-1868.
[11] Smarandache, Florentin (2017). Plitogenia, conjunto plitogénico, lógica, probabilidad y estadística, Pons Publishing House, Bruselas, Bélgica, 141 p., 2017; arXiv.org (Universidad de Cornell), Ciencias de la computación - Inteligencia artificial, 03Bxx: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/l808/1808.03948.pdf
[12] Nguyen Xuan Thao; Smarandache, Florentin (2016). Conjunto neutrosófico aproximado (I, T)-estándar y sus propiedades topológicas. Conjuntos y sistemas neutrosóficos 14, 65-70. https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol14/iss1/11/
[13] Nguyen Xuan Thao; Bui Cong Cuong; Smarandache, Florentin (2016). Conjuntos neutrosóficos estándar aproximados: una aplicación en sistemas de información neutrosófica estándar. Conjuntos y sistemas neutrosóficos 14, 80-92. http://fs.unm.edu/NSS/RoughStandardNeutrosophicSets.pdf
[14] Bui Cong Cuong; Pham Hong Phong; Smarandache, Florentin (2016). Teoría blanda neutrosófica estándar: algunos primeros resultados. Conjuntos y sistemas neutrosóficos 12, 80-91. http://fs.unm.edu/NSS/StandardNeutrosophicSoftTheory.pdf
[15] Insall, Matt y Weisstein, Eric W. "Análisis no estándar". De MathWorld, un recurso web de Wolfram. http://mathworld.wolfram.com/NonstandardAnalysis.html
[16] Insall, Matt. "Principio de transferencia". De MathWorld - Un recurso web de Wolfram, creado por Eric W. Weisstein. http://mathworld.wolfram.com/TransferPrinciple.html
[17] Smarandache, Florentin (2017). Aplicaciones de conjuntos neutrosóficos en identificación de imágenes, diagnóstico médico, reconocimiento de huellas dactilares y rostros y superposición/subexposición/desplazamiento neutrosóficos. COMSATS Instituto de Tecnología de la Información, Abbottabad, Pakistán, 26 de diciembre de 2017.
[18] Smarandache, Florentin (2016). Desplazamientos neutrosóficos con valores de intervalo, subdesplazamientos neutrosóficos y desplazamientos neutrosóficos. Revista internacional de investigaciones científicas e ingeniería 5(54), 1-4.
[19] Smarandache, Florentin (2016). Operadores en desbordamientos neutrosóficos univaluados, desbordamientos neutrosóficos y desfases neutrosóficos. Journal of Mathematics and lnformatics 5, 63-67.
[20] Smarandache, Florentin (2018). Acerca de la lógica neutrosófica no estándar (respuestas a la nota de Imamura) Sobre la definición de la lógica neutrosófica), 16 p., Universidad de Cornell, Nueva York, EE. UU. {Enviado el 24 de noviembre de 2018 (versión 1), última revisión el 13 de febrero de 2019 (versión 2)}. Resumen: https://arxiv.org/abs/1812.02534v2 . Artículo completo: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1812/1812.02534.pdf . Sitio web de la UNM: https://fs.unm.edu/neut/AboutNonstandardNeutrosophicLogic.pdf
[21] Imamura, Takuma (2022). Sobre la definición de lógica neutrosófica. Revista de la Sociedad Japonesa de Teoría Difusa e Informática Inteligente 34(3):669–672. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsoft/34/3/34_669/_article/-char/ja/
[22] Imamura, Takuma (2022). Correos electrónicos al autor, agosto de 2022.
[23] Smarandache, Florentin (2019). Lógica neutrosófica no estándar extendida, conjunto y probabilidad basada en análisis no estándar extendido. Symmetry 2019, 11, 515. DOI: 10.3390/sym11040515. También en arXiv:1903.04558, Cornell University, https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/l 903/1903.04558.pdf
[24] Smarandache, Florentin (2019). Avances de las teorías neutrosóficas estándar y no estándar. Pons, Bruselas, Bélgica, 307 p. Repositorio digital de la UNM: https://digitalrepository.unm.edu/math_fsp/190/
[25] Smarandache, Florentin (1998 - 2007). Un campo unificador en lógica: lógica neutrosófica . Neutrosofía , conjunto neutrosófico , probabilidad y estadística neutrosóficas . 6.ª edición. InfoLearnQuest , EE. UU. Repositorio digital de la UNM: https://digitalrepository.unm.edu/math_fsp/163/
[26] Smarandache, F., El conjunto neutrosófico es una generalización del conjunto difuso intuicionista, el conjunto difuso intuicionista inconsistente (conjunto difuso de imagen, conjunto difuso ternario), el conjunto difuso pitagórico (conjunto difuso intuicionista de Atanassov de segundo tipo), el conjunto difuso de ortopares de q peldaños , el conjunto difuso esférico y el conjunto difuso hiperesférico n, mientras que la neutrosofificación es una generalización de la teoría del arrepentimiento, la teoría del sistema gris y la decisión de tres vías (revisitada), Journal of New Theory 29 (2019) 01-35; arXiv , Cornell University, Nueva York, NY, EE. UU., págs. 1-50, 17-29 de noviembre de 2019, https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1911/1911.07333.pdf; Universidad de Nuevo México, Albuquerque, EE.UU., Repositorio digital, págs. 1-50, https://digitalrepository.unm.edu/math_fsp/21.
[27] Robinson, Abraham (1996) [1966], Análisis no estándar. Princeton Landmarks in Mathematics. 2.ª edición, Princeton University Press, EE. UU.
[28] Robinson, Abraham (1963). Introducción a la teoría de modelos y a la metamatemática del álgebra. Ámsterdam: Holanda Septentrional.
[29] Hájek, Petr (1998), Metamatemáticas de la lógica difusa. Dordrecht: Kluwer. ISBN 0-7923-5238-6 .

Recibido: 12 de octubre de 2024. Aceptada: 8 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Sociología y Neutrosofía: algunos apuntes relacionales para nuevos paradigmas en ciencias sociales
Sociology and Neutrosophy: Some Relational Notes for New Paradigms in Social Sciences

Rubén Aroca Jácome[1], and Leonel Fuentes Sáenz de Viteri[2]

[1] Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Ecuador; ruben.arocaj@ug.edu.ec
[2] Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Ecuador; mfuentes48@hotmail.com

Resumen. El artículo explora la intersección entre la sociología, la neutrosofía y los retos epistemológicos para comprender los sistemas sociales. Basándose en teorías de Simmel, Weber, Durkheim, Marx y Luhmann, examina cómo la sociología ha evolucionado tomando conceptos y métodos de otras ciencias. Se aborda el concepto de "neutralidad," tanto epistemológica como cultural, propuesto por Smarandache, y su impacto en las observaciones e interpretaciones sociales.
El texto destaca la importancia de las relaciones como fundamento de los sistemas sociales, definiendo la sociedad por la recurrencia y el significado de estas interacciones. También analiza la relación entre estructuras sociales y cultura, considerando la fluidez del sentido y la temporalidad de los elementos culturales.Epistemológicamente, subraya la necesidad de construir puentes entre teorías aparentemente incongruentes, reconociendo que comprender la sociedad requiere tanto marcos sistemáticos como enfoques interdisciplinarios. Conceptos como orden, desorden y neutralidad son analizados, destacando cómo las herramientas digitales influyen en los procesos sociales contemporáneos.Finalmente, el artículo resalta el papel de las actuaciones profesionales en la mediación de tensiones entre individuos y sistemas sociales, abogando por un enfoque sistémico pero adaptable para analizar las complejidades de la sociedad, especialmente en el contexto de las dinámicas culturales y tecnológicas en evolución.

Palabras Clave: Relaciones sociales, neutralidad, epistemología, sistemas sociales, cultura

Abstract. The article explores the intersection of sociology, neutrosophy, and epistemological challenges in understanding social systems. Drawing from foundational theories by thinkers like Simmel, Weber, Durkheim, Marx, and Luhmann, it examines how sociology as a discipline has evolved by borrowing concepts and methods from other sciences. Central to the discussion is the idea of "neutrality," both epistemological and cultural, as proposed by Smarandache, and how it impacts social observations and interpretations.The paper emphasizes the importance of relationships as the foundation of social systems, defining society through the recurrence and significance of these interactions. It also explores the interplay between social structures and culture, considering the fluidity of meaning and the temporality of cultural elements.Epistemologically, the article highlights the necessity of constructing bridges between seemingly incongruent theories, acknowledging that understanding society requires both systematic frameworks and interdisciplinary approaches. Concepts like order, disorder, and neutrality are analyzed, with insights into how digital tools influence contemporary social processes.Finally, the article underscores the role of professional actions in mediating tensions between individuals and social systems, advocating for a systemic yet adaptable approach to analyzing the complexities of society, particularly in the context of evolving cultural and technological dynamics.

Keywords: Social relationships, neutrality, epistemology, social systems, culture

1. Introducción

Según Smarandache [1] la sociología de las neutralidades consiste en aquellos fenómenos sociales e ideológicos que pueden determinar que una nación, grupo o clase, se mantengan neutros en lo militar, lo cultural o en la participación en guerras internas o externas. Observado de este modo, la condición de neutralidad del valor se refiere, no a la epistemología, sino al objeto. Si partimos de lo anterior, el problema, en este caso, radica en los modelos interpretativos y en su actualización. El problema de la neutralidad epistemológica, como neutralidad

axiomática, no es nuevo en la teórica sociológica. Sin embargo, tal como hemos apuntado en el párrafo anterior, este supuesto no se refiere a los objetos sociales como tales sino a la forma de abordarlos. En otras palabras, los hechos sociales tienen un direccionamiento que se representa como información con valor o simplemente "sentido", incluso si el mismo implica un valor neutro determinado en el hecho mismo. Al parecer, el problema epistemológico debe ser forzosamente abordado. De este modo, puede sostenerse que tanto la sociología como las Ciencias Sociales y de la Cultura, en general, surgen de una "segunda oleada" del pensamiento científico a inicios del siglo XIX. La importancia de dicho momentum, como etapa inicial, sostenemos, radica al menos en dos factores:

a) La formulación de soluciones epistemológicas específicas para las Ciencias Sociales y un proceso de sistematización teórico-metodológica que tomó logros conceptuales de otras ciencias (específicamente, de las nomotéticas), adaptándolos, transformándolos y, hasta cierto punto, volviéndolos ejes claves del análisis.
b) Un proceso intensivo de delimitación de objetos de estudio que, evidentemente, fue encontrando, de a poco, preguntas precisas que supusieron un encuadramiento y búsqueda constante de reflexiones en un sentido. Esfuerzos tales como las preguntas de partida formuladas por Simmel (¿cómo es posible la sociedad?), tuvieron en frente una empresa de varias generaciones cuyos enfoques modernos y contemporáneos ya no podrían, por tanto, tomar caminos diferentes [2].

De este modo, el origen de las preguntas y, al menos de modo parcial, de las respuestas, no siempre provienen de la misma fuente: es decir, la ciencia. Sin embargo, no nos queda duda que, como resultado de lo anterior, el inicio de lo social como pensamiento científico supone responder a varias interrogantes que giran en torno a una misma finalidad que, no obstante, no implica que siempre vayamos a responder desde un mismo lugar.

2. Epistemología y Neutrosofía: la alegoría de los puentes

¿Cómo armonizar o relacionar dos o más teorías, aparentemente inconmensurables, en un solo sistema lógico? En términos alegóricos, podemos decir que, si las dos orillas requieren de un paso, podríamos pensar, quizás, en rocas en el lecho del río o un tronco de árbol caído, pero estamos mirando, al un lago y no el mar. Necesitamos un largo puente. El diseño de un puente epistémico entre la Sociología y la Neutrosofía deberá concebirse, ni más menos, en un plano metafísico.

La sociología, desde Comte hasta Luhman, tomó a préstamo modelos teóricos, conceptos, métodos de observación, proceso de datos y técnicas de análisis de las ciencias que se consideraban "más avanzadas", que por lo regular fueron la biología o la física. En esta empresa, hubo más pragmatismo epistemológico que reservas acerca de la incomensurabilidad de los paradigmas asumidos. Por lo tanto, tomar como punto de partida la metafísica no tiene nada de novedoso, menos aún, de extraño. trataremos, por tanto, de elaborar esta perspectiva.

2.1. Sistemas Sociales y Sistemas de Vida.

Desde la observación de lo social, todo sistema de vida se compone de relaciones. Las relaciones son componentes y pueden darnos la comprensión sobre el tipo de sistema que se trata. Puede sostenerse que el problema del sentido no es circunstancial, pero desde el punto de vista comparativo entre los sistemas de vida, el "sentido", indiferentemente de su naturaleza, solo importa a los actores y su época, o como dato. Podemos sostener que es un elemento común a las relaciones, indiferentemente del tipo de sistema de que se trate. Las "jerarquías", por ejemplo, son un tipo de sentido de las relaciones en varios sistemas de vida, incluido el social – humano. No interesa aquí si es un elemento "evolutivo" o si, a fin de cuentas, resulta contingente. Lo que resulta notorio es su constante actualización, su presente en las relaciones.

Es necesario observar aquí que el objeto no consiste en retomar la idea de la ilustración sobre la "regularidad de la naturaleza y de la naturaleza humana". Sin embargo, aunque podemos dejar a un lado los sistemas de vida, esto no implica que sus efectos no se expresión en formaciones culturales y sus devenidas relaciones.

La sociología necesita de un sistema conceptual que dé cuenta de la sociedad en su conjunto. Este sistema conceptual, más allá de las abstracciones, debe proveer de un conjunto coherente de guías teóricas para la comprensión, la observación, la gestión de la información y la posibilidad de revisión permanente de la eficacia de los conceptos.

De ese modo, partimos de lo básico que crea lo social, más allá de la vida: esto es, las relaciones. Las formaciones humanas, que pueden aparecer bajo cualquier rótulo, como aldea, comarca, tribu, clan, ciudad, etc., dependen de las relaciones que pueden construir. Los "programas" sociales se inscriben en la cultura y es la mejor forma de entender a una época: las significaciones e instrucciones de actuación depositadas en la cultura. La sociedad de constituye de relaciones que son comprendidas, practicadas y sostenidas en un programa social llamado "cultura".

El contenido del programa social, pues, dependerá de la época y será significativo tan solo para los sujetos que habitan en ese presente de un mundo particular. Por ello, el valor del programa es relativo.

2.2.Los lugares epistemológicos.

Parte de los propósitos de esta reflexión consisten en la selección de preguntas iniciales para el pensamiento social, por un lado, y las formas posibles de sus respuestas, por otro. Queremos sostener de entrada que, así como los orígenes de las preguntas claves pueden provenir de áreas no científicas (como la metafísica), las respuestas pueden también adolecer de dichos síntomas. Como campos de trabajo o áreas problemáticas, hemos situado a las siguientes:

a) Las epistemologías de la producción social;
b) Los "objetos" de la sociología;
c) La forma de los datos y las formas de las epistemologías;
d) Las epistemologías y la época.

El primer problema a formular se refiere a la pretensión de sistemidad u holística de la teoría. Sin pretender dar por descontada, se estima que la cuestión central al respecto alude a la necesidad de determinar la actitud, en términos de conocimiento, a asumir frente a la existencia del ser. Si la teoría asume la respuesta por dicho problema, ello implica la sistematización del conocimiento sobre la existencia (objeto) y, en este sentido admitir la posibilidad de considerarla como un sistema o, al menos, de modo sistemático.

Consideramos que no todo el marco de la existencia del sujeto se limita a la sociedad, que el lugar existencial es amplio y se resiste a la teorización positiva en general. Por ello, partimos fundando un lugar en el que las respuestas de esta dimensión no pueden ser ofrecidas desde la teoría social y aceptamos, en cambio, la posibilidad del conocimiento filosófico.

Para ciertas dimensiones de lo real, formulamos la opción de prescindir de lo sistémico como condición ontológica. No obstante, para otros, escogemos sostenerla. Desde sus reflexiones sobre la organización social, [3, p. 42] afirmaba categóricamente que los sistemas existen. Aclaraba que no era aquel el lugar común de la confusión entre las proposiciones y sus propios objetos, sino más bien que el concepto sistema significa, pues, algo que realmente es un sistema, y que por consiguiente asume la responsabilidad de verificación de sus proposiciones con la realidad [3, p. 42].

Desde este punto, sostenemos que el inicio para pensar la sociedad es su validación ontológica: la sociedad existe y existe como sistema. Escogemos para este caso (¿de modo arbitrario?), la teoría social considerando que puede, dada la condición del objeto, dar adecuada cuenta de la descripción del sistema social y su nivel de complejidad, e intentaremos justificar nuestra selección. Podríamos, para ello, volver sobre la vieja pregunta de Simmel.

La delimitación de objeto aparecía necesaria y para ello habría que distinguir lo social de aquello que podría dejar de considerarse como tal [4, p. 38]. De este modo, reconocer lo social implicaba actuar de acuerdo con un imperativo cuyo carácter esencial siempre era de tipo moral. Dejar de observarlo, así sea de modo sutil, traía como consecuencia procesos de tensión: "Si yo no me someto a las convenciones del mundo, si al vestirme no tengo en cuenta los usos vigentes dentro de mi país y de mi clase, la risa que provoco, el alejamiento en el que se me mantiene, produce, aunque en forma más atenuada, los mismos efectos que un castigo propiamente dicho" [4, p. 40].

Sin embargo, el carácter externo de la sociedad con relación al individuo no omitía la necesidad de separar el sentido ontológico en el que el mundo físico tiene una existencia independiente del sujeto cognoscente y puede influir causalmente sobre su conducta, de las propiedades coercitivas de la organización social [5]. Esto lleva, según Giddens, a la determinación del carácter normativo del mundo social como diferencia esencial del mundo de la naturaleza [5].

El inicio social, comprensión básica para las ciencias sociales, estaría marcado en la relación entre el individuo y determinadas unidades de los sistemas sociales [6]. La primera de ellas es el acto social, realizada por un actor y orientada hacia uno o más actores, como objetos. La segunda es el statusrol, como subsistema organizado de los actos. La tercera es el actor mismo, como unidad social; el sistema organizado de todos sus status y roles, como objeto social y como autor de un sistema de actividades de rol [7]. La resultante de estas delimitaciones consiste en admitir como sociales solo cierto estado de cosas cuya producción es absolutamente social [8].

En este sentido se considera, en modo inverso a lo argumentado por [9], que no todo factum social está determinado por la sociedad, lo cual implica la negación de la categoría de totalidad. Asumimos aquí el criterio sostenido por [10]: las cosas se relacionan unas con otras de mil modos, pero no hay una relación que las encierre todas, no hay un ser que contenga a todos los demás [10].

De este modo, es necesario sostener que la sociedad no opera como una estructura gigante objetiva que nadie jamás ha visto, ni son propiamente objetos que estén situados en un lugar específico. La sociedad consiste, más bien, en un conjunto de procesos relacionales y de comunicación que los sujetos pueden distinguir, pero estas

distinciones son reales y producen efectos reales. Desde cierta perspectiva, si pensamos en procesos determinados por su tipo de operaciones específicas podemos llegar a la idea de que la sociedad se compone de sistemas sociales (tales como el sistema de la ciencia) que enlazan operaciones propias con operaciones propias [8]. De este modo, es posible sostener que las operaciones profesionales consisten en un proceso de mediación entre los individuos y los sistemas.

2.3. Objetos de la relación entre epistemologías.

Parte de los propósitos de esta reflexión consisten en la selección de preguntas iniciales para el pensamiento social, por un lado, y las formas posibles de sus respuestas, por otro. Queremos sostener de entrada que, la sociología estudia o tiene como objeto de estudio o de actuación:

a) Relaciones sociales y su significación;
b) El sistema social formado por las relaciones sociales sociales/significaciones recurrentes;
c) las relaciones sociales/significación se activan y desactivan, se vuelven presentes, se actualizan y se dan de baja constantemente;
d) las personas sostienen las múltiples relaciones, pero en el nivel de su existencia social;
e) la teoría de las significaciones sociales no se agota en la teoría del lenguaje;
f) la sociedad se constituye, en primer lugar, como a+b+c.

Otros elementos de interés devienen de lo anterior:

a) los campos de observación permanentes son de tipo relacional y sistémico;
b) estructuralmente, puede decirse de la sociedad que es un "sistema" o más bien un conjunto de "sistemas";
c) por lo tanto, la teoría del sistema social es un componente de la teoría general de la sociedad;
d) el segundo componente de la teoría general de la sociedad es la teoría de las relaciones o redes.

Aquí queremos sostener que la ontología que atañe a las relaciones sociales no atañe al sistema que constituyen, pues mientras el sistema es contingente, las relaciones no lo son. Por tanto, podemos referirnos a una ontología de las relaciones, pero no a una ontología de sistemas. Esto también puede formularse a la manera de que el sistema es la forma o medio de las relaciones sociales.

Las relaciones sociales, así como el lenguaje no son contingentes: la causalidad entre ambos procesos constituye un componente clave del proceso de axiomatización de la sociología.

La recurrencia de las relaciones sociales o más bien, de cierto tipo más que de otro, es lo que constituye un "sistema". En este punto es necesario esclarecer la delimitación

observando que nos referimos a los "sistemas sociales". Se podrá replicar, probablemente, que a diario sostenemos relaciones con sistemas y que, por tanto, resulta inevitable sostener una ontología de sistemas. Replicamos que tal hipótesis es producto solo de la confusión entre los conceptos "relación" y "usuario": no sostenemos relaciones con los sistemas informáticos, somos sus usuarios. Un sistema informático no tiene sentido sin un usuario que lo practique.

2.4. Los "agregados de interacción" o redes.

Este enfoque está orientado, en especial, por la escuela contemporánea de análisis de redes sociales. Como sostienen Nooy, Mrvar y Batagelj [11], las ciencias sociales se enfocan en la estructura de los grupos humanos, comunidades, organizaciones, mercado, sociedad o sistema mundial, en donde la estructura es definida como redes de vinculos sociales, pues por ellos se transmite comportamientos, actitudes, información o bienes [11, p. 31].

Los fundamentos de este enfoque provienen de inicios del siglo XX, en especial de Weber y Simmel; sin embargo, lo básico de los aspectos teoríco-metodológicos de la visualización de redes sociales proviene de la sociometría. Estos investigadores sostienen que la sociedad no es un agregado de individuos y sus características, como asumen los estadísticos, sino un sistemas de relaciones que constantemente se actualiza. Sin embargo, este supuesto deja pendiente la identificación de los mecanismos de actualización.

Puede, para responder a lo anterior, recurrirse al siguiente recurso teórico: la cultura, que es pública porque la significación lo es [12]. Frente a esta aserción, anotamos algo: evitar la esencialidad de lo público nos lleva a la necesidad esclarecer los procesos por los cuáles la cultura se selecciona, se pone a disposición, transfiere, reproduce y preserva. Sostener que la cultura es pública es situarla al mismo nivel que la comprensión tradicional y aristotélica de la política: cuestión de esencias.

Si la cultura fuese "pública", esto tendría por fuerza que jugarse en la política y no es difícil sostener que las decisiones políticas frente a la cultura suelen estar condicionadas: en otras palabras, la preservación política de los materiales de la cultura es siempre de carácter operacional o funcional.

Otro problema referido a la naturaleza pública de la cultura y la significación se refiere a la temporalidad: algo que atañe al presente, pero no al pasado universal. La cultura puede borrarse de la faz de la memoria, tal como los procesos de dominación nos lo dejan en claro. O puede preservarse. Los procesos decisionales que conducen a ello, indiferentemente de su alcance, conducen a la preservación, registro y reproducción.

Por ello, ni la cultura ni la política son esencias; por el contrario, deberán ser incluidas como necesidades dentro de relaciones sociales amplias o restringidas.

En segundo lugar, en objetos sociales relacionales que aparecen "microscópicos", aquello puede resultar en irreconocibles procesos de selección donde lo "público" sólo se extiende a un número muy reducido o selecto de relaciones. Por ello, formulamos aquí tres problemas relacionados:

- Lo público de la cultura, como su disponibilidad;
- La reproducción de la cultura, como procesos, registros y actos;
- El alcance de la cultura: esto es, los sistemas portadores de la cultura.

En la observación como parte de experiencias de investigación cultural, donde la teoría está presente como instrumental orientado a la producción de data, notar los problemas epistémico – metodológicos deja de constituirse en una operación necesaria y pasa a segundo plano en favor del registro fiel de las expresiones de "nuestros informantes". Sin embargo, y en beneficio de la reflexión teórica y de sus aplicaciones, resulta indispensable bosquejar ciertos problemas que se presentan frente a dichas pretensiones.

Para ello, una pregunta de partida: ¿qué características asumen o muestran los procesos de transferencia cultural en donde los materiales simbólicos no poseen registros? Resulta plausible sostener que depende de factores tales como simultaneidad, ostensividad y selección. En este caso, la disponibilidad de la cultura depende en especial de sus portadores.

Por ejemplo, y tal como se podría pensar con relación a la coloración del cabello o de los ojos, cuestiones relativas a la herencia genética presentes en el paso de una generación a otra, podrían sostenerse símiles para la trasferencia cultural en períodos similares (de una generación) sin que aquello implique el uso de modelos teóricos de carácter organicista o ecológicos. La intención es que, en lo tocante a los objetos de "naturaleza" cultural, los conceptos que den buena cuenta de esos fenómenos sean exclusivamente correspondientes a una ciencia de lo sociocultural, aunque aquello encuentre inevitablemente un cierto relativismo debido a las múltiples conexiones de lo real que vuelve necesario la compresión de datos de distinta procedencia disciplinar.

No es este el caso de la "socialización" cultural contemporánea, que cuenta con una tematización extensa e igual cantidad de canales. La indagación de esos objetos presenta, al menos, problemas operativos serios que también pueden estar referidos a la temporalidad del imprinting. De este modo, podría resultar mucho más adecuado hablar, por ejemplo, de culturas, comunicaciones o contenidos de sistemas como objeto de imprinting en todo momento en que los individuos se articulan a organizaciones, empresas, estado o lo que, de modo abarcador, llamamos sociedad.

Los elementos o materiales simbólicos transferidos constituirían lo público de las culturas institucionales contemporáneas, más no los contenidos individuales (de cada caso) que podrían entenderse de modo microscópico.

Ahora bien, ¿es posible tratar de un modo similar a las culturas domésticas, en especial a aquellas situadas en la transición entre lo moderno y lo contemporáneo? Suponiendo que pueda hablarse en estos términos, la tarea podría implicar poner en claro las "áreas" en donde el imprinting se lleva a la práctica, así como sus mecanismos más refinados.

Los materiales de la cultura lo son, en la medida en que se constituyen como tales en los procesos de selección y transferencia. A estos intercambios es lo que se da a llamar lo sociocultural.

Por ejemplo, en épocas (o casos) en que la diferenciación entre lo doméstico – económico – moral no se ha llegado a concretar (al menos, no del todo), dichas dimensiones confluyen en un solo y compacto proceso de socialización que adopta la forma de educatio, es decir, formación para la vida.

Por otro lado, el proceso es aparentemente no uniforme, y recae en especial en unos individuos más que en otros. Sin embargo, este sistema de exclusión lo es solo en apariencia: parte del mismo proceso es la selección de sujetos a los que se constituirá en portadores de la cultura.

2.5. Orden, desorden y neutralidad

En los apartados anteriores hemos intentado un esbozo de respuestas (muy limitadas y apuradas, por cierto) a problemas en extremo complejos, en la perspectiva de construir un marco de teoría desde donde parta aquello que podría denominarse "actuaciones profesionales". Hemos procurado dejar los apartados finales para formular el problema de lo presente, sin excluir por ello la necesidad de entender a estos procesos dentro o en relación con

sus correspondientes sistemas sociales. Para fines de este trabajo, procuraremos una delimitación específica para dichas actuaciones que entenderemos situadas en puntos de encuentro entre los individuos y los sistemas sociales.

Todo proceso de intervención parte de un objeto – problema que requiere mediación especializada. Ello requiere tanto de la inclusión de perspectivas de continuidad – estabilidad, como las de riesgo – crisis. Por otro lado, en cierto modo, en un esquema similar al de [13], al igual que otras dimensiones de lo social, sostenemos que la tarea central de los procesos de actuación profesional consiste en hallar y articular conexiones entre los sistemas sociales, el sujeto y los procesos históricos que les ponen en comunicación. Lo anterior supone, no obstante, una reflexión sobre dicho objeto – problema.

La resolución de Parsons sobre el problema del orden tiene en cuenta la existencia de tensiones y conflictos en la vida social que derivan de tres conjuntos posibles de circunstancias, cada uno de los cuales está centrado, en cierto sentido, en la noción de Anómia [5]:

a) ausencia de criterios de valor obligatorios en alguna esfera de la vida social;
b) falta de articulación entre las disposiciones de necesidades y una pauta de orientación de valores dada;
c) Elementos o condiciones de la acción, tal como los percibe el actor, son especificados erróneamente.

El abordaje parsoniano del problema del orden presupone una tensión permanente en la relación individuo – sociedad, por lo que las actuaciones tendrían como orientación la construcción de un orden posible y socialmente admisible. Este enfoque puede ser complementado con la noción de Habermas sobre consenso [14]. Por otro lado, dicho estado puede ser logrado en el lenguaje, cuyo telos es el entendimiento. El acuerdo entre las personas puede ser alcanzado mediante la argumentación, pero no existe un verdadero acuerdo si uno se impone sobre otro. Si lo que se persigue es el éxito, entonces de allí se deriva la acción estratégica.

En otras palabras, ya sea que se trate de desajustes en los imperativos de valor (anómia), construcción de consenso o acción estratégica, estas dimensiones constituirían la realidad del campo de las actuaciones profesionales que supone, a su vez, un proceso de mediación entre el sujeto y un objeto-problema de lo social, e integraría un modo específico de abordaje de las tensiones, necesidades o conflictos en dicho nivel.

2.6 La forma de los datos y las formas de la epistemología sociológica

El segundo problema por formular consiste en la relación entre la forma que asumen los datos según su fundamento epistémico. Queremos argumentar de entrada que, al menos en lo que a la sociología se refiere, provienen de elaboraciones que toman como punto de partida a la obra de Durkheim, Marx, Weber o Simmel y, de modo contemporáneo, Luhman, o que promueven relaciones entre una u otra.

Como se ha argumentado anteriormente, el objeto de la sociología en Durkheim se configura como una condición o naturaleza externa de los hechos sociales que actúan coactivamente, y en un sentido moral, sobre los individuos . Por otro lado, este modo de aproximación posibilita tratar los fenómenos sociales en calidad de data y la considerarlo como punto de partida de la investigación (.

En Marx, la idea hegeliana de producción, en su acepción ampliada, y la noción de homo faber de la antropología filosófica de Feuerbach [15] tienden a configurar el objeto "relaciones de producción" que posibilita el desarrollo de investigaciones sobre las relaciones históricas de la subjetividad y objetividad de la existencia social [16].

En Weber, la realidad social es cultural y el acontecimiento individual está contenido en la noción clásica de acción, que hace corresponder una cierta conducta a un "sentido" que no se puede someter a observación e inicia en el individuo, donde se hace necesario determinar aquellos aspectos de los fenómenos particulares relacionados con las ideas de valor cultural [16].

Para Simmel solo se puede llamar sociedad a las relaciones entre individuos, lo que resulta en la distinción lógica entre los fenómenos individuales y los sociales, distinción que, para que sea útil para la sociología, debería despojar a los hechos de su contenido particular para situar como objeto más bien a sus "formas sociales" (por ejemplo: la distinción entre hambre y las reglas sociales del comer). En términos generales, lo central aquí consistiría en el estudio de las formas puras de socialización.

De este modo, observamos que las líneas de matriz durkheimniana hacen énfasis en la sociedad como condición externa al individuo y en un proceso de observación desprovisto de las realidades individuales [17]; las líneas de matriz marxista suponen una historicidad de lo social condicionada por las relaciones de producción (social), que es lo que constituiría la esencia de lo social; y, las líneas weberianas-simmelianas sitúan el inicio de lo social en el sujeto individuo y en sus interacciones con otros individuos, de modo que la sociedad es la agregación de interacciones.

En el caso del enfoque de [8], se podría considerar que el sistema de la sociedad tiene capacidades para establecer relaciones consigo mismo y diferenciar las relaciones con su entorno.

Por añadidura se incluiría que el sistema social se percibe a sí mismo como un conjunto auto – organizado de funciones validadas (observables) de tipo múltiple, a las cuales se articulan procesos de distinto carácter y nivel.

En tercer lugar, se indicaría que estas funciones estarían determinadas por las necesidades del propio sistema (necesidades internas) y por los intercambios con los entornos.

Por otro lado, teoría de sistemas de Luhman no se jacta de reflejar lo social en su completa realidad, tampoco afirma agotar todas las posibilidades de conocimiento de tal realidad, ni siquiera dice ser la única verdadera. Sólo declara que puede tratar la totalidad de lo social con el mismo conjunto de conceptos y, con ello implica, además, la autorreferencia porque la teoría no sería universal si no pudiera dar cuenta también de sí misma en cuanto fenómeno social [18]. Finalmente, es necesario puntualizar:

- Cualquier análisis sistémico – teórico tiene que ser la diferencia entre sistema y entorno.
- Los sistemas se orientan hacia su entorno y no podrían sobrevivir sin él.
- Para diferenciarse de su entorno utilizan límites que no suponen ruptura para su interdependencia.
- En el campo de los sistemas sociales siempre intervienen tanto sistema como entorno, por el simple hecho de que sin conciencia de sistemas psíquicos apenas se da comunicación.

Lo que haría, y hace, la sociología tiene sus soportes en estas grandes matrices. Eso no implica que aparecen en estado "puro" y producen teoría específica por cada línea epistemológica; lo que se observan son desarrollos teóricos que aparecen producidos por entrecruces de los referentes. Por ejemplo, partiendo del concepto de "clase" de Marx, Dahrendorf incorporó la concepción de Weber sobre los "tipos de dominación"; así pudo comprender a las organizaciones formales como compuestas por grupos cuyos intereses están determinados por la propia estructura de dominación, generando a su vez los conceptos de "intereses latentes" e "intereses manifiestos".

Algo similar se puede argumentar con relación al uso que Parsons da a la noción de "anomia" de Durkheim en el marco del desarrollo de la teoría de la "acción social" de origen weberiano.

A esto es necesario señalar al menos un aspecto de lo relativo al problema de los dato: sin una ambientación, sin un trasfondo y sin indicaciones sobre su procedencia es imposible conocer la validez estadística [19]). Por otro lado, en literatura o en narrativa, el foco de atención se concentra casi siempre en los individuos y no en el análisis, las argumentaciones y las medidas: es decir, casi siempre es concreto y rara vez abstracto. Un enfoque así es necesario para corregir la abstracción desmesurada y mantener la estadística dentro de la perspectiva humana.

Tabla 1. Matrices epistemológicas. Elaboración propia.

	Matriz Mecánica (durkheimniana)	**Matriz Daléctica(marxista)**	**Matriz Acción Social(weberiana)**	**Matriz Sistémica(Luhmaniana)**	**Teoría de redes**
Objeto	Sociedad en su condición de externalidad	Relaciones de producción	Conducta con sentido que produce la acción individual y social	Sistema y entorno	Relaciones entre actores de red
Alcance de la investigación	Fenómenos sociales abstraídos de los sujetos conscientes que los representan	Interconexiones históricas de la subjetividad y la objetividad	Sentido de la acción social que un sujeto o sujetos enlazan a su hacer	Composición del Sistema Composición del entorno	- Relaciones actuales
Método	Alejarse de las pre-nociones Observación de grupos de fenómenos previamente definidos Considerar hechos sociales aislados de sus manifestaciones individuales	Representaciónde lo concreto Mediante abstracciones sutiles alcanzar determinaciones más simples Construcción de la totalidad con múltiples determinaciones y relaciones	Interpretación de la evidencia de la comprensión de sentido, racional o endopática Construcción de tipos Interpretación causal concreta o típica	Complejidad de entorno mayor que el sistema del Complejidad sistema es simplificación se El de sistema compone comunicaciones	- Graph Theory
Tipos de datos	- Hechos sociales agrupados en modelos explicativos (p.j: tipos de suicidio)		Hechos sociales agrupados según situación en la producción social		Interacciones sociales agrupadas en tipos de acciones sociales

3. Conclusiones

En los párrafos anteriores hemos intentado esbozar respuestas muy apuradas a problemas sumamente complejos, pero hemos procurado dejar un espacio final para formular el problema del lugar de las actuaciones profesionales, sin dejar por ello de entender dichas actuaciones como comprendidas dentro de correspondientes sistemas sociales.
Para fines de este trabajo, procuraremos una delimitación específica para dichas actuaciones que entenderemos situadas en puntos de encuentro entre los individuos y los sistemas sociales.

1) La resolución de Parsons sobre el problema del orden tiene en cuenta la existencia de tensiones y conflictos en la vida social que derivan de tres conjuntos posibles de circunstancias, cada uno de los cuales está centrado, en cierto sentido, en la noción de Anómia [5]:
   a) ausencia de criterios de valor obligatorios en alguna esfera de la vida social;
   b) falta de articulación entre las disposiciones de necesidades y una pauta de orientación de valores dada;
   c) Elementos o condiciones de la acción, tal como los percibe el actor, son especificados erróneamente.

El abordaje parsoniano del problema del orden presupone una tensión permanente en la relación individuo – sociedad, por lo que las actuaciones tendrían como orientación la construcción de un orden posible y socialmente admisible. Este enfoque puede ser complementado con la noción de Habermas sobre consenso [14]. Por otro lado, dicho estado puede ser logrado en el lenguaje, cuyo telos es el entendimiento. El acuerdo entre las personas puede ser alcanzado mediante la argumentación, pero no existe un verdadero acuerdo si uno se impone sobre otro. Si lo que se persigue es el éxito, entonces de allí se deriva la acción estratégica.

En otras palabras, ya sea que se trate de desajustes en los imperativos de valor (anómia), construcción de consenso o acción estratégica, estas dimensiones constituirían la realidad del campo de las actuaciones profesionales que supone, a su vez, un proceso de mediación entre el sujeto y un objeto-problema de lo social, e integraría un modo específico de abordaje de las tensiones, necesidades o conflictos en dicho nivel.

2) Sostenemos que, a diferencia de otras épocas, para la filosofía contemporánea, aparentemente, fue más importante el entendimiento de los fundamentos y esencias de la modernidad, así como tocar la campana del advenimiento de la nueva época, antes que producir un framework desde el cual las ciencias sociales pudieran direccionar su trabajo. De este modo, el vacío creado dio cabida para evaluaciones basadas en la reificación de las relaciones comerciales, cuestión que ha sido denominada como metafísica del mercado mundial [20].
3) La ciencia social, en particular la sociología, consiste en observaciones: son sistemas que observan dentro del sistema social. Las posibilidades observacionales son de tres clases:
   a) Entorno
   b) Auto-observación
   c) Otros sistemas

La observación es, en este sentido, de segundo orden: observación de la observación. Esta observación es un esquema de distinción, donde la primera distinción es el punto ciego del desde donde se realiza la observación. En términos de reflexión teórica, una de las nociones que se vuelve insuficiente para la comprensión de la protesta contemporánea, se refiere al concepto “espacio” que implica, a su vez, la concepción territorial de la sociedad. La crítica de esta concepción lleva a la necesidad de pensar ciertos procesos en una especie de continuo o flujo, donde circulan, en su ámbito, el poder de control y la protesta, así como sus narrativas.

4) Cuando hablamos de orden, desorden y neutralidad, hablamos de la sociedad y de las complejidades no resueltas o no tratadas por los sistemas sociales. Cuando, en fenómenos de sociedad, un evento tiene la misma probabilidad de aparecer que otro, la resultante es la desorganización. Si caos tiene la misma probabilidad que el consenso o la neutralidad, entonces, cualquier tipo de orden es más improbable. La tendencia es una entropía.

La función de los soportes digitales, en ambos procesos, es significativa. En primer lugar, la narrativa producida suscita una especie de semantización de la protesta de multitud, donde el sentido local tiende a enlazarse a una narrativa en red. Por otro lado, desde la filosofía del siglo XVII se argumentaba respecto a los efectos que la distancia o la proximidad producían en lo moral (Hume): los soportes digitales actúan en la percepción produciendo proximidad simbólica que también implica proximidad moral. De esta forma, los flujos de orden,

desorden o neutralidad, así como su narrativa, se convierten tanto en principio de sentido como de inteligibilidad, de comunidad.

Referencias

[1] Smarandache, F. *NEUTROSOPHY*. University of New Mexico, pp. 2–8, 2014.
[2] Simmel, G. *Cuestiones fundamentales de la Sociología*. Barcelona: Gedisa, 1917.
[3] Luhmann, N. (1991). Sistemas sociales: Lineamientos para una teoría general. Barcelona: Anthropos. (Obra original publicada en 1984).
[4] Simmel, G. (1986). Las grandes ciudades y la vida del espíritu. Cuadernos políticos, 45, 5-10.
[5] Giddens, A. *Las nuevas reglas del método sociológico*. Buenos Aires: Amorrortu, 1983.
[6] Bourdieu, P., & Passeron, J. *La reproducción: elementos para una teoría del sistema de enseñanza*. Barcelona: Editorial Laia, S.A., 1996.
[7] Rodríguez, D. *Introducción a la teoría de la sociedad de Luhmann*. México D.F.: Herder, 2008.
[8] Luhmann, Niklas. Observations on modernity. Stanford University Press, 1998.
[9] Adorno, T. *Epistemología y Ciencias Sociales*. Madrid: Cátedra, 2001.
[10] Lazzarato, M. (2006). The Concepts of Life and the Living in the Societies of Control. Deleuze and the Social, 171-190.
[11] Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. *Exploratory Network Analysis with Pajek*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
[12] Geertz, C. *La interpretación de las culturas*. Madrid: Gedisa, 1982.
[13] Wright Mills, C. *The Sociological Imagination*. New York: Oxford University Press, 1959.
[14] Giddens, A. *Política, Sociología y Teoría Social*. Buenos Aires: Paidós, 1997
[15] Marx, K. *Theses on Feuerbach*. Moscow: Progress Publishers, 1969.
[16] Bourdieu, P. *El oficio del sociólogo*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2002.
[17] Tiryakian, E. *Sociologismo y Existencialismo: dos enfoques sobre el individuo y la sociedad*. Buenos Aires: Amorrortu, 1969.
[18] Luhmann, N. *Sociedad y Sistema*. Buenos Aires: Paidós, 1990.
[19] Paullus, J. *Érase una vez un número*. Madrid: Tusquets Editores S.A., 2000.
[20] Beck, U. *Qué es la globalización?*. Barcelona: Paidós, 1998.

Recibido: 13 de octubre de 2024. Aceptada: 9 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico

Neutrosophic method for assessing risk factors in pregnant women with polycystic ovary syndrome

Olivia Elizabeth Altamirano Guerrero[1], Melany Yamilex Reascos Chalacán[2], and Mauricio Fernando Enríquez Grijalva[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.oliviaaltamirano@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; melanyrc97@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.mauriciofeg83@uniandes.edu.ec

Resumen. El síndrome de ovario poliquístico (SOP) es una afección endocrina que afecta a muchas mujeres en edad fértil. Durante el embarazo, las mujeres con SOP pueden enfrentar ciertos riesgos adicionales debido a las alteraciones hormonales y metabólicas asociadas con esta condición. Además de sus manifestaciones habituales, como irregularidades menstruales y problemas metabólicos, el SOP también puede influir en el embarazo y aumentar los factores de riesgo asociados a esta etapa crucial en la vida de una mujer entre los que se pueden encontrar infertilidad, resistencia a la insulina, diabetes gestacional, hipertensión, síndrome de HELLP, entre otros. El objetivo de la presente investigación es desarrollar un método neutrosófico para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico.

Palabras Claves: Delphi Neutrosófico, síndrome de ovario poliquístico, factores de riesgo, embarazo, manejo.

Abstract. Polycystic ovary syndrome (PCOS) is an endocrine disorder that affects many women of childbearing age. During pregnancy, women with PCOS may face certain additional risks due to the hormonal and metabolic alterations associated with this condition. In addition to its usual manifestations, such as menstrual irregularities and metabolic problems, PCOS can also influence pregnancy and increase the risk factors associated with this crucial stage in a woman's life, including infertility, insulin resistance, gestational diabetes, hypertension, HELLP syndrome, among others. The objective of this research is to develop a Neutrosophic Method to evaluate risk factors in pregnant women with polycystic ovary syndrome.

Keywords: Neutrosophic Delphi, polycystic ovary syndrome, risk factors, pregnancy, management.

1 Introducción

El embarazo es un periodo de gran importancia en la vida de una mujer, que conlleva numerosos cambios fisiológicos y emocionales. Sin embargo, para las mujeres que padecen el Síndrome de Ovario Poliquístico (SOP), este proceso puede verse afectado por una serie de factores de riesgo que merecen una atención especial.

El SOP es un síndrome endocrino metabólico heterogéneo que se caracteriza por disfunción ovárica, hiperandrogenismo y en alrededor de un 50% de los casos sobrepeso, obesidad y resistencia a la insulina, es una afección endocrina que afecta a muchas mujeres en edad fértil. Durante el embarazo, las mujeres con SOP pueden enfrentar ciertos riesgos adicionales debido a las alteraciones hormonales y metabólicas asociadas con esta condición que se asocian a mayor riesgo de enfermedades crónicas como hipertensión arterial, dislipidemias, obesidad, enfermedad cardiovascular y diabetes mellitus gestacional [1, 23].

La patogenia del SOP involucra la disfunción hipotalámica pituitaria, causada por la hipersecreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) que origina un exceso de hormona luteinizante (LH) y de testosterona. El SOP se basa en la alteración endocrina de la insulina; la hiperinsulinemia aumenta la GnRH y disminuye la secreción de globulina transportadora de hormonas sexuales (SHBG), aumentando la testosterona y causando hi-

perandrogenismo. El aumento predominante de LH sobre la hormona foliculoestimulante (FSH) disminuye la maduración folicular y exacerba el SOP [2].

La evidencia apunta que el inicio del SOP se debe al aumento de andrógenos, resultado de la desregulación esteroidogénica; como consecuencia de este aumento existe respuesta estrogénica limitada. La sobreestimulación de LH, en tiempo y dosis dependiente, resultado de la regulación negativa de los receptores de LH, reduce la actividad de anclaje del colesterol, la actividad de 17,20 liasa y de 17-hidroxilasa, con el subsecuente incremento en 17-hidroxiprogesterona a andrógenos [3, 24].

Dicho síndrome es una condición endocrina que afecta a un número significativo de mujeres en edad fértil en todo el mundo con una prevalencia a nivel mundial equivalente al 4% al 21%, según los criterios de diagnósticos [4, 25]. Además de sus manifestaciones habituales, como irregularidades menstruales y problemas metabólicos, el SOP también puede influir en el embarazo y aumentar los factores de riesgo asociados a esta etapa crucial en la vida de una mujer.

En el estudio de la fisiopatología de las complicaciones obstétricas y perinatales de las pacientes con SOP se ha descrito que prevalecen las alteraciones metabólicas, pero también son relevantes las alteraciones hormonales e inflamatorias. Las disfunciones hormonales previas al embarazo como resistencia a progesterona, hiperinsulinismo y especialmente el hiperandrogenismo, parecen alterar mecanismos de placentación, función placentaria en tercer trimestre y, función del cérvix y miometrio aumentando así los resultados obstétricos y perinatales adversos [5, 21].

El análisis de los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico (SOP) es de suma importancia por varias razones como son: las complicaciones durante el embarazo (diabetes gestacional, preeclampsia, etc.), mayor riesgo de un parto prematuro o aborto espontáneo, resistencia a la insulina, entre otro. Además, es fundamental para identificar y abordar de manera proactiva cualquier complicación potencial, garantizar un cuidado prenatal adecuado y mejorar los resultados tanto para la madre como para el recién nacido.

El objetivo de la presente investigación es desarrollar un método neutrosófico para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico.

2 Materiales y métodos

En el marco de la investigación, se implementó el método Delphi, una técnica estructurada que permite recopilar y analizar las opiniones de expertos a través de varias rondas de consulta, con el fin de alcanzar un consenso sobre la efectividad de la propuesta de solución al problema investigativo planteado. Para ello, se seleccionó a un grupo de expertos en la atención a mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico, elegidos por su experiencia y conocimientos. Posteriormente, se definieron las dimensiones e indicadores clave que sirvieron como base para sustentar la propuesta.

Para modelar la incertidumbre se utilizaron los conjuntos neutrosóficos. Los Conjuntos Neutrosóficos son una generalización de un conjunto borroso (espacialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F) y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F , [6], .

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependientes de muchos parámetros desconocidos o conocidos [7],[8, 26] .

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos neutrosóficos de valor único [9] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas[10], lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso.Un SVNS A sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (1)$$

Donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

El método Delphi es una técnica de recogida y procesamiento de información, que consiente obtener la valoración de un grupo de expertos a través de la consulta. Esta técnica, de carácter cualitativo, es recomendable cuando es necesario, recoger opiniones especializadas consensuadas y representativas de un colectivo de individuos de alta especialización, constituyendo un importante referente de validación teórica de las propuestas interventivas [11, 21, 27], .

Para la selección de expertos en esta investigación se contactaron un total de 9 expertos. Los expertos seleccionados para esta investigación poseen una amplia y diversa experiencia en áreas clave relacionadas con la atención a

mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico (SOP). Entre sus especialidades se encuentran 3 expertos en obstetricia y ginecología, donde han trabajado directamente en la gestión de embarazos y condiciones asociadas al SOP, así como en el monitoreo del desarrollo fetal y la salud materna. Además, 2 de ellos cuentan con formación en endocrinología, lo que les permite abordar las alteraciones hormonales que caracterizan al síndrome y su impacto en la gestación. También se incluyó a 2 nutricionistas especializados en salud reproductiva, quienes ofrecen orientación sobre la importancia de la alimentación en el manejo del SOP y su influencia en la salud durante el embarazo. Asimismo, se contactó a 2 expertos con experiencia en psicología clínica, enfocándose en el apoyo emocional y la salud mental de las mujeres que enfrentan esta condición y sus implicaciones durante el embarazo. Juntos, estos profesionales aportan una visión integral y multidisciplinaria que es fundamental para abordar adecuadamente las necesidades de esta población vulnerable.
Se les pidió que respondieran un Test de conocimiento, a lo que accedieron amablemente todos los expertos convocados [12-15], [22, 24]. Con esta técnica se evaluaron los siguientes elementos cognitivos para la determinación de sus competencias sobre el tema que serían consultados :

- Kc: Nivel de Información relevante y conocimiento que sobre el tema que tienen los expertos**.**
- Ka**:** Coeficiente de argumentación de los expertos a partir del análisis crítico sobre el tema
- K: Determinación del coeficiente de competencia de los expertos consultados**,** utilizando la fórmula, según la metodología del método DELPHI donde K= 0,5 x (Kc+Ka)

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados.

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

3 Aplicación del método delphi neutrosófico para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico

En el proceso de determinación del nivel de información de cada experto (Kc) y los niveles de argumentación sobre el objeto de la investigación, se determinó sus competencias con el siguiente resultado.

La tabla 2 recoge los resultados obtenidos en el proceso de selección de expertos y describe el reconocimiento del coeficiente de conocimientos o de información para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con SOP.

Tabla 2: Resultados obtenidos en el proceso de selección de expertos.

EXPERTOS	Kc.	Ka.	K.	VALORACIÓN
1	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	(0.45,0.65,0.60)	Bajo(B)
2	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
3	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
4	(1,0,0)	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	Extremadamente alto(EB)
5	(0.55,0.50,0.50)	(0.45,0.65,0.60)	(0.50,0.65,0.60)	Bajo(B)
6	(1,0,0)	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	Extremadamente alto(EB)
7	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
8	(0.70,0.25,0.30)	(1,0,0)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
9	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0,15,0.20)	Muy alto (MB)
TOTAL				**ALTO**

La tabla 3 muestra la codificación de los valores de competencia de los expertos para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico.

Tabla 3: Resultados obtenidos codificación de los valores de competencia de los expertos.

Desde	Valor	Hasta	Competencia
0.8 <	K	≤ 1.0	Alto
0.5 <	K	≤ 0.8	Medio
	K	≤ 0.5	Bajo

Como resultado se decidió la selección de los 7 expertos con niveles de competencias ALTO. Los expertos seleccionados realizaron una evaluación de la propuesta de indicadores para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico. Para la validación de la propuesta se establecieron 4 indicadores, los cuales fueron revisados y evaluados minuciosamente por los expertos.

La tabla 4 muestra las dimensiones para la variable: Factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico, que fueron determinadas por los autores, a partir de sus características y propiedades de mayor relevancia, para conformar los indicadores, estructurando la siguiente propuesta.

Tabla 4: Determinación de los indicadores.

Id	Indicadores
1	Índice de Masa Corporal (IMC)
2	Niveles de insulina en ayunas
3	Historial menstrual y ovulatorio
4	Presencia de comorbilidades asociadas

- Índice de Masa Corporal (IMC): Este indicador evalúa el peso en relación con la altura de la mujer embarazada. Un IMC elevado (sobrepeso u obesidad) es un factor de riesgo conocido que puede complicar el embarazo y está asociado con condiciones como diabetes gestacional y preeclampsia, lo cual es especialmente relevante en mujeres con SOP, que ya presentan una predisposición a problemas metabólicos.
- Niveles de insulina en ayunas: Este indicador mide la cantidad de insulina en sangre después de un periodo de ayuno. Las mujeres con SOP a menudo presentan resistencia a la insulina, que puede aumentar el riesgo de desarrollar diabetes gestacional y complicaciones durante el embarazo. Controlar los niveles de insulina permite identificar a aquellas embarazadas que puedan necesitar intervención antes y durante el embarazo.
- Historial menstrual y ovulatorio: Este indicador incluye la evaluación de la regularidad del ciclo menstrual y la ovulación. Las mujeres con SOP suelen experimentar irregularidades menstruales, y un historial de ciclos menstruales anormales puede estar asociado con un mayor riesgo de complicaciones durante el embarazo, como el aborto espontáneo o la infertilidad.
- Presencia de comorbilidades asociadas: Este indicador se refiere a la identificación de otras condiciones médicas que pueden coexistir con el SOP, como hipertensión, diabetes tipo 2, dislipidemia o trastornos del estado de ánimo. Evaluar la presencia de estas comorbilidades en mujeres embarazadas permite establecer un perfil de riesgo más completo y facilita la planificación de un manejo adecuado durante el embarazo.

Las tablas siguientes muestran los resultados del procesamiento de las respuestas en la consulta a los expertos sobre para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico.

Tabla 5: Resultados obtenidos de frecuencia absoluta.

Indicadores	Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	No adecuado	Total
C1	7	0	0	0	0	7
C2	6	1	0	0	0	7
C3	7	7	0	0	0	7
C4	6	1	0	0	0	7

Tabla 6: Resultados obtenidos de frecuencia acumulada sumativa.

Indicadores	Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	No adecuado
C1	(1,0,0)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)
C2	(1,0,0)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)
C3	(0.71,0.25,0.30)	(0.29,0.85,0.80)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)
C4	(0.71,0.25,0.30)	(0.29,0.85,0.80)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)

Tabla 7: Resultados obtenidos de frecuencia acumulativa sumativa relativa.

Indicadores	Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado
C1	1	0	0	0
C2	1	0	0	0
C3	0.71	0.29	0	0
C4	0.71	0.29	0	0

Tabla 8: Resultados obtenidos del procesamiento del método neutrosófico.

Indicadores	Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	No adecuado	Suma	Promedio	N-P
C1	(1,0,0)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	0.08	1	0,92
C2	(1,0,0)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	0.11	1	0,89
C3	(0.71,0.25,0.30)	(0.29,0.85,0.80)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	-0.19	0.71	0,90
C4	(0.71,0.25,0.30)	(0.29,0.85,0.80)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	-0.19	0.71	0,90
Punto corte	(4.4)	(0.60)	(0.04)	(0.04)	(0.04)			

La tabla muestra la valoración de los criterios de los expertos por ítems sobre la evaluación de los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico.

Tabla 9: Resultados obtenidos de valoración de los criterios de los expertos por ítems sobre validación.

Ítems	Valor del paso N-P	Categoría
1	0,92	Muy muy alto
2	0,89	Muy muy alto
3	0,90	Muy muy alto
4	0,90	Muy muy alto

Una vez implementado el método neutrosófico para evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico, los indicadores definidos por los expertos fueron objeto de un análisis exhaustivo que reveló su alta relevancia en el contexto de la salud materna. Estos indicadores, que incluían el índice de masa corporal, los niveles de hormonas androgénicas en sangre, el control glicémico y la presión arterial, fueron evaluados como factores de muy alto impacto en la identificación y gestión de complicaciones asociadas al SOP durante el embarazo. Este hallazgo subraya la necesidad de una vigilancia constante y un enfoque multidisciplinario para mejorar los resultados perinatales y garantizar una atención óptima para estas mujeres. La percepción de la gravedad de estos factores de riesgo permite a los profesionales de la salud desarrollar estrategias intervencionistas más efectivas y personalizadas, contribuyendo así a la salud y el bienestar tanto de la madre como del bebé.

Para minimizar los riesgos asociados al embarazo en mujeres con SOP, es esencial un enfoque multidisciplinario que involucre a médicos especializados en endocrinología, obstetricia y ginecología, además de la paciente misma. Algunas estrategias de manejo incluyen:

Control Prenatal Riguroso: Un seguimiento prenatal cercano y regular es esencial para monitorizar y gestionar cualquier complicación que pueda surgir, tener un embarazo saludable es una de las mejores maneras de promover un nacimiento saludable. Recibir cuidados prenatales regulares desde el inicio del embarazo mejora las probabilidades de tener un embarazo saludable [16, 21]. En mujeres con SOP que deseen concebir el tratamiento de primera línea es citrato de clomifeno. Se utiliza únicamente en pacientes con niveles basales normales de FSH y estradiol. La dosis es de 50 a 100mg cada 24 horas por 5 días, iniciando del día 2 a 5 de la menstruación espontanea o inducida por progestágenos. Presenta una posibilidad por ciclo del 20 a 40% de embarazo [17, 25].

Control del Peso: El control y la gestión del peso son cruciales, ya que la obesidad agrava muchos de los riesgos asociados al SOP. Las mujeres con SOP a menudo tienen un mayor riesgo de sobrepeso u obesidad, lo que puede complicar el embarazo. El control de peso es importante. El médico puede ofrecer orientación sobre la dieta y el ejercicio adecuados durante el embarazo [18, 26].

Control de la Diabetes Gestacional: Si se desarrolla diabetes gestacional, es fundamental un control adecuado de la glucosa en sangre, que puede incluir cambios en la dieta y, en algunos casos, insulina. Las mujeres con SOP también tienen un mayor riesgo de resistencia a la insulina y diabetes gestacional. Es importante realizar pruebas regulares de glucosa en sangre y seguir las recomendaciones del médico para controlar los niveles de azúcar en la sangre [19, 21].

Monitoreo de la presión arterial y control la preeclampsia: Las mujeres con SOP que desarrollan preeclampsia deben recibir tratamiento y seguimiento adecuados para reducir los riesgos tanto para la madre como para el bebé. La hipertensión arterial también puede ser un factor de riesgo durante el embarazo. Las mujeres con SOP deben tener un control regular de la presión arterial y seguir las recomendaciones del médico para mantenerla bajo control [20, 27].

Evaluación de la Salud Fetal: La evaluación regular de la salud fetal, a través de ecografías y otros estudios, es esencial para detectar cualquier problema a tiempo. El médico llevará a cabo un seguimiento regular del desarrollo fetal mediante ecografías y otros exámenes para asegurarse de que el bebé esté creciendo de manera adecuada. La ecografía se utiliza como prueba imprescindible en el diagnóstico prenatal y estudio de patologías relacionadas con la salud de la mujer, su principal objetivo es facilitar información sobre el estado y desarrollo del bebé incluyendo la detección temprana de malformaciones, evaluar el desarrollo anatómico del feto, su crecimiento, su posición, calcular su edad gestacional, evaluar los ritmos cardíacos, observar el estado de la placenta, del líquido amniótico, estimar el peso del bebé y detectar anomalías o patologías del embarazo, es decir, es la forma de examinar clínicamente al neonato antes que nazca [20].

Control de los niveles de hormonas: En algunos casos, se pueden administrar medicamentos para regular los niveles de hormonas, como los andrógenos, que suelen estar elevados en mujeres con SOP. El control de la obesidad y los factores metabólicos es de suma importancia en el tratamiento de la infertilidad del SOP, ya que están íntimamente ligados a su fisiopatología. Los cambios a estilos de vida saludables deben constituir la primera línea de tratamiento, ya sea de manera aislada o en conjunto con otras intervenciones. Así mismo, el uso de metformina en las pacientes SOP durante el embarazo reduce el riesgo de aborto, parto prematuro, síndrome hipertensivo del embarazo, diabetes gestacional y restricción de crecimiento intrauterino [18].

4 Discusión

El síndrome de ovario poliquístico (SOP) es una afección endocrina que puede aumentar el riesgo de complicaciones durante el embarazo, siendo el resultado de varios factores como la obesidad, resistencia a la insulina, disfunción metabólica, inflamación, alteraciones hormonales, etc [18]. Algunos de los factores de riesgo asociados con el SOP durante el embarazo incluyen:

- Mayor riesgo de complicaciones metabólicas como la obesidad materna: La obesidad es común en mujeres con SOP y puede aumentar el riesgo de complicaciones durante el embarazo, como diabetes gestacional y parto prematuro. También puede tener un impacto negativo en la salud del bebé. Esta aparece como responsable de alteraciones metabólicas e inflamatorias que afectan el proceso reproductivo en etapas claves como desarrollo folicular y endometrial, implantación, placentación y función placentaria y de membranas en el embarazo avanzado, favoreciendo así la aparición de complicaciones del embarazo y del feto en desarrollo. La obesidad va asociada a un incremento de anovulación en las pacientes con SOP, a través de un aumento de la producción periférica de estrógenos y del incremento de la secreción de insulina [17].
- Resistencia a la insulina: Es causada por la disfunción del endotelio, manifestado porque la hiperinsulinemia, en mujeres con SOP, genera la reducción de óxido nítrico del endotelio, aumentando las sustancias con efectos vasoconstrictores que suprimen la acción vasodilatadora de la insulina; otro efecto de la hiperinsulinemia sobre el endotelio vascular es el efecto hipertrófico. El embarazo es un estado fisiológico de resistencia insulínica (RI), por lo que, es probable que en aquellas pacientes con SOP y RI, el embarazo constituya un factor agravante de la insulinorresistencia preexistente, pudiendo desencadenar una diabetes gestacional. Por lo tanto, el impacto del embarazo sobre cada caso particular dependerá del trastorno fisiopatológico predominante [18]. Además, esto puede requerir un control cuidadoso de la glucosa en sangre y cambios en la dieta y el estilo de vida.
- Diabetes gestacional: El SOP está relacionado con un mayor riesgo de desarrollar diabetes gestacional, que es una forma de diabetes que se desarrolla durante el embarazo y puede aumentar el riesgo de complicaciones tanto para la madre como para el feto. Es tratable y si se controla, no causa problemas significativos ni para la madre ni para el feto. En la mayoría de los casos, la enfermedad desaparece una vez que nace el bebé. Los bebés de madres con diabetes gestacional pueden ser muy grandes (por lo que se necesita un parto por cesárea [quirúrgico]) [16].
- Hipertensión y preeclampsia: Las mujeres con SOP también pueden tener un mayor riesgo de desarrollar hipertensión durante el embarazo, lo que puede aumentar el riesgo de complicaciones como la preeclampsia. La preeclampsia es un aumento súbito de la presión arterial luego de las 20 semanas de embarazo, puede afectar los riñones, el hígado y el cerebro de la madre. La causa exacta de este riesgo adicional no está completamente clara, pero se ha relacionado con la resistencia a la insulina y la inflamación. Los andrógenos pueden aumentar la IR y el exceso de los adipocitos provocando la liberación de citocinas y adipocinas inflamatorias que inhiben la producción de adiponectina y causan la

disfunción endotelial, originando la HTA. Diversos parámetros inflamatorios se encuentran discretamente elevados en las pacientes con SOP: el recuento de leucocitos, proteína C reactiva (PCR), IL-6, IL-18 y TNF-α. No se sabe si son causa o consecuencia del SOP, la IR o la obesidad y otros factores que aumentan el riesgo de que la paciente padezca de hipertensión. Las mujeres con SOP deben ser monitoreadas de cerca durante el embarazo para detectar signos tempranos de hipertensión y preeclampsia [19].

- Mayor riesgo de parto prematuro: Las mujeres con SOP pueden tener un riesgo ligeramente aumentado de dar a luz antes de las 37 semanas de gestación, lo que puede aumentar el riesgo de complicaciones para el bebé. Los datos sobre las complicaciones del parto, así como aquellos en el riesgo de resultados adversos en el feto, en las mujeres con SOP son controversiales. El riesgo de parto prematuro se duplica en pacientes con SOP y los recién nacidos tienen el doble de riesgo de ingreso en la unidad de cuidados intensivos neonatales y su mortalidad se incrementó el triple. Las complicaciones relacionadas con el SOP, como la diabetes gestacional y la preeclampsia, pueden aumentar el riesgo de parto prematuro, lo que a su vez puede exponer al feto a riesgos de salud a largo plazo [20].
- Mayor riesgo de síndrome de HELLP: El síndrome de HELLP es una afección grave relacionada con la hipertensión durante el embarazo que puede afectar el hígado y los glóbulos rojos debido a que se caracteriza por la presencia de hemólisis, elevación de enzimas hepáticas y plaquetopenia. Se trata de una entidad clínica considerada como una variante o una complicación de la preeclampsia (PE) grave [4].
- Mayor riesgo de aborto espontáneo: Aunque no está claro si el SOP en sí mismo aumenta el riesgo de aborto espontáneo, las mujeres con SOP pueden tener más dificultades para concebir y, por lo tanto, pueden estar en mayor riesgo de aborto espontáneo, algunas investigaciones sugieren que las mujeres con SOP pueden tener un mayor riesgo de aborto espontáneo en comparación con las mujeres sin SOP. Es importante destacar que el riesgo de aborto espontáneo varía de una mujer a otra y depende de múltiples factores, no solo del SOP. Se ha descrito una incidencia de SOP entre 30 y 80% entre las mujeres con aborto recurrente. Se ha demostrado que la causa de estos abortos no está dada por un mayor número de aneuploidías y, aunque la etiología no está clara, parece ser multifactorial, incluyendo: hipersecreción de LH, hiperandrogenemia, IR, obesidad, alteración de la foliculogénesis [5].
- Mayor riesgo de trastornos metabólicos en el bebé: Los bebés nacidos de madres con SOP pueden tener un mayor riesgo de desarrollar trastornos metabólicos, como la obesidad y la resistencia a la insulina, en la vida posterior. Así mismo, está descrito que los niños pequeños para la edad gestacional tienen un riesgo aumentado de desarrollar síndrome metabólico en la adultez, e incluso se ha vinculado el bajo peso al nacer con el desarrollo de SOP posteriormente. Se ha descrito que la exposición intrauterina a niveles elevados de andrógenos se asocia a concentraciones de hormona antimulleriana elevadas tanto en niñas como en niños, lo que sugiere una alteración del desarrollo folicular en las niñas y de la función Sertoli en los niños [1].

De manera general, el SOP es un condición endocrino-metabólica que afecta a un significativo de mujeres en la edad fértil. Las mujeres embarazadas con SOP enfrentan varios factores de riesgo, que incluyen complicaciones metabólicas, problemas reproductivos, riesgo de parto prematuro y otros desafíos durante el embarazo debido a la fisiopatología que tiene la enfermedad. Así mismo, es importante tener en cuenta que no todas las mujeres con SOP experimentarán estas complicaciones durante el embarazo, y muchas pueden tener embarazos saludables con un manejo adecuado y un seguimiento médico regular.

5 Conclusión

Mediante la implementación de criterio de experto a partir del método Delphi Neutrosófico fue posible evaluar los factores de riesgo en mujeres embarazadas con síndrome de ovario poliquístico. Las mujeres con SOP enfrentan factores de riesgo adicionales durante el embarazo, lo que resalta la importancia de una atención prenatal especializada y de un manejo adecuado de las complicaciones potenciales. Con el apoyo adecuado y el seguimiento médico, muchas mujeres con SOP pueden tener embarazos saludables y dar a luz a bebés sanos. Es importante destacar que no todas las mujeres con SOP experimentarán estos riesgos durante el embarazo, y muchas embarazadas con SOP tienen embarazos saludables. La conciencia y la educación sobre estos factores de riesgo son fundamentales para empoderar a las mujeres con SOP y garantizar que reciban la atención que necesitan durante esta etapa tan importante de sus vidas.

Cada mujer con SOP es única, por lo que el manejo de los factores de riesgo durante el embarazo debe ser personalizado y supervisado por un profesional de la salud. El diagnóstico temprano, el control prenatal riguroso y un estilo de vida saludable son esenciales para minimizar los riesgos y maximizar la probabilidad de un embarazo exitoso. Un enfoque de atención médica integral y una mayor conciencia de estos factores de riesgo pueden ayudar a las mujeres con SOP a tomar decisiones informadas y afrontar su embarazo con confianza.

Referencias

[1] R. Silva, "Complicaciones obstétricas y perinatales en mujeres infértiles que se embarazan," *Revista Médica Clínica Las Condes,* vol. 32, no. 2, pp. 196-206, 2021.

[2] E. M. C. Vilela, and D. M. González, "Síndrome de ovario poliquístico como factor de riesgo cardiometabólico," *Anatomía Digital,* vol. 5, no. 3.2, pp. 6-20, 2022.

[3] E. Ventura-Arizmendi, and M. Hernández-Valencia, "La esteroidogénesis en el síndrome de ovarios poliquísticos," *Gaceta médica de México,* vol. 155, no. 2, pp. 184-190, 2019.

[4] C. M. O. Ramírez, Y. A. S. Díaz, O. J. O. Carrasco, and O. P. Salazar, "Prevalencia del síndrome de ovario poliquístico por ecografía en el hospital Virgen de Fátima–Chachapoyas," *Revista Vive,* vol. 5, no. 14, pp. 584-591, 2022.

[5] E. Rodríguez González, O. Mar Cornelio, A. L. García García, and B. B. Fonseca, "Herramientas computacionales para el apoyo al diagnóstico de pacientes con Parkinson: una revisión sistemática," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 3, 2023.

[6] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realităţii neconvenţionale*: Infinite Study, 2012.

[7] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[8] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.

[9] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[10] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[11] N. B. Hernández, N. V. Izquierdo, M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique*: Infinite Study, 2018.

[12] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[13] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[14] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[15] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[16] I. Matalliotakis, A. Kourtis, O. Koukoura, and D. Panidis, "Polycystic ovary syndrome: etiology and pathogenesis," *Archives of gynecology and obstetrics,* vol. 274, pp. 187-197, 2006.

[17] J. Bellver, L. Rodríguez-Tabernero, A. Robles, E. Muñoz, F. Martínez, J. Landeras, J. García-Velasco, J. Fontes, M. Álvarez, and C. Álvarez, "Polycystic ovary syndrome throughout a woman's life," *Journal of assisted reproduction and genetics,* vol. 35, pp. 25-39, 2018.

[18] A. P. Delitala, G. Capobianco, G. Delitala, P. L. Cherchi, and S. Dessole, "Polycystic ovary syndrome, adipose tissue and metabolic syndrome," *Archives of gynecology and obstetrics,* vol. 296, pp. 405-419, 2017.

[19] A. S. Peña, S. F. Witchel, K. M. Hoeger, S. E. Oberfield, M. G. Vogiatzi, M. Misso, R. Garad, P. Dabadghao, and H. Teede, "Adolescent polycystic ovary syndrome according to the international evidence-based guideline," *BMC medicine,* vol. 18, pp. 1-16, 2020.

[20] J. Z. Qin, L. H. Pang, M. J. Li, X. J. Fan, R. D. Huang, and H. Y. Chen, "Obstetric complications in women with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis," *Reproductive Biology and Endocrinology,* vol. 11, pp. 1-14, 2013.

[21] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[22] Feigenblatt, O. F. V., & Estupiñán Ricardo, J. "El reto de la sostenibilidad en los países en desarrollo: el caso de Tailandia". Revista Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 394-402, 2023.

[23] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[24] Ezquerra Quintana, G., Gil Mateos, J. E., & Márquez Sánchez, F. "Educación para el desarrollo sostenible, su dimensión ambiental.: Una visión desde y para las universidades en América." Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, vol. 4 núm. 3, pp 72-81, 2016.

[25] Reyes, P. R. S. A., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Hybrid and avant-garde methods for cost of capital evaluation." Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 482-489, 2023.

[26] Ortega, R. S., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Capítulo 18. Natural and cultural heritage un the tourismo economy of the province of Guayas." La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinar, p. 421. Thomson Reuters Aranzadi, 2022.

[27] Pozo-Estupiñan, C., Sorhegui-Ortega, R., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Pensamiento Económico: Sostenibilidad y Economía Agraria (Economic Thinking: Sustainability and Agricultural Economy)". In Forthcoming, En IX Congreso Internacional "Tecnología, Universidad y Sociedad". Samborondón, Ecuador, 2021.

Recibido: 14 de octubre de 2024. Aceptada: 9 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método para la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua

Method for the gastronomic recommendation of the typical huecas of the city of Ambato, province of Tungurahua

Lila Galicia Chávez Fonseca[1], Jorge Abelardo Ortiz Miranda[2], Adriano Israel Tello Velasteguí [3], and Erika Paola Gavilanes González [4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.lilachavez@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.jorgeortiz@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; docentetp01@uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.erikagavilanez@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método para la caracterización gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Utiliza un enfoque multicriterios multiexperto. El grado de cumplimiento de un criterio se expresa mediante una relación directa del desempeño de neutralidad representando un dominio de valores neutrosóficos para modelar la incertidumbre. La implementación de técnicas de Soft Computing ha sido utilizada para representar la incertidumbre en procesos de toma de decisiones de esta naturaleza. La investigación se ha realizado con el fin de lograr la caracterización y recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

Palabras Claves: Método para la recomendación, números neutrosóficos, huecas gastronómicas; Ambato; Tungurahua

Abstract. The present research aims to develop a method for the gastronomic characterization of the typical restaurants of the city of Ambato, province of Tungurahua. It uses a multi-criteria multi-expert approach. The degree of compliance with a criterion is expressed through a direct relationship of the neutrality performance representing a domain of neutrosophic values to model uncertainty. The implementation of Soft Computing techniques has been used to represent uncertainty in decision-making processes of this nature. The research has been carried out in order to achieve the characterization and gastronomic recommendation of the typical restaurants of the city of Ambato, province of Tungurahua.

Keywords: Method for recommendation, neutrosophic numbers, gastronomic gaps; Ambato; Tungurahua.

1 Introducción

La gastronomía y el turismo son dos áreas que caminan juntas. La gastronomía, tal vez, surgió con el advenimiento del ser humano, quien sintió la necesidad de alimentarse. Por otro lado, muchos consideran que el turismo apareció con el viaje de Marco Polo a los lejanos territorios de China, de donde regresó con múltiples conocimientos.

En el mundo actual, el turismo y la gastronomía se han convertido en grandes pilares de la economía de los pueblos, cumpliendo así con el adagio que dice: “nada es más importante en esta vida que viajar y comer [1, 36]. Dado que tanto el turismo como la gastronomía están de moda en el mundo contemporáneo, es importante señalar que, al visitar un país, no es necesario recurrir a los restaurantes más lujosos para probar su gastronomía. Se recomienda explorar las llamadas "huecas" o sitios populares en el mundo, especialmente en América, Ecuador y Ambato.

Para llevar a cabo este estudio, es fundamental iniciar con un análisis de la educación en gastronomía, las cocinas internacionales y su vínculo con la identidad cultural de los pueblos del mundo. Como señala [2] en su

artículo sobre el análisis de la evolución histórica de la gastronomía", es esencial considerar los diversos programas académicos nacionales e internacionales que ofrecen estudios sobre gastronomía, así como argumentar el diseño de políticas públicas para la preservación de la cultura local y el desarrollo comunitario.

Existen tradiciones que se han mantenido y desarrollado desde la antigüedad. Una de ellas es la que se observa en Europa durante la hora del té. Según [3], "la taza de té presenta un argumento de trama sencilla desarrollado con un lenguaje fluido, desenfadado, sincero y de corte popular", en la línea del sainete, tan utilizado en la zarzuela a inicios del siglo XX. La hora del té se convierte en un momento ideal para el desarrollo cultural, con un tinte humorístico y delicado que desencadena situaciones amenas por su carácter chistoso y ocurrente, sin llegar al absurdo o lo grotesco.

En Italia, es imperativo saborear sus famosas pizzas, pero lo ideal es hacerlo en los mercados y pequeños locales de sus legendarias calles, donde se puede degustar el delicioso mundo de las pastas. Esto nos lleva a reflexionar sobre "la transformación de la dinámica del proceso de globalización, teniendo como tema la gastronomía, pensada como un campo cultural, analizando los restaurantes y guías gastronómicas desde una perspectiva sociohistórica. [37, 38]

Francia, por su parte, es famosa por sus delicias culinarias basadas en aceite de oliva, trigo, vid y queso, productos que se utilizan en la preparación de aceite de oliva, pan y vino. Sus exquisitos quesos y embutidos en las charcuterías son un deleite. Debe existir un equilibrio entre la penetración de la cultura gastronómica en áreas más diversas que consolidan el mercado gastronómico global, lo cual contrarresta los continuos ejercicios de afirmación de las localidades e identidades particulares de los pueblos del mundo.

En España, los mercados y pequeñas despensas permiten disfrutar de sus famosas tapas, acompañadas de un exquisito vino. En Japón, el sushi es un manjar que no se debe probar en restaurantes costosos; lo mejor es acudir al barrio de Ginza en Tokio. Además, los takoyaki, bolitas de harina rellenas de calamar o camarones secos, se venden en los puestos de comida ambulante y son muy solicitados, ya que son ideales para comer mientras se camina, algo muy común en Japón.

En la mayoría de las sociedades industriales, las normas sociales, producto de la evolución histórica, han constituido el modelo alimentario de las personas, que cambia al mismo tiempo que evoluciona la sociedad. Los hábitos alimenticios se consideran pautas de comportamiento culturalmente establecidas.

En América, específicamente en Estados Unidos, no hay nada mejor que disfrutar de un delicioso hot dog en una de las esquinas de la gran manzana. Actualmente, hay 29 sitios considerados "huecas" que los visitantes deben conocer, como Arby's, famoso por sus sándwiches variados, y Boston Market, que ofrece un menú a base de pollo, costilla y pavo. Otro lugar es BurgerFi, donde las hamburguesas son el plato principal, acompañadas de ensaladas frescas. Five Guys también ofrece hot dogs y diversas sopas que incluyen hortalizas [4, 31, 39].

2 Materiales y métodos

A partir del análisis antes expuesto, es posible modelar el fenómeno recomendación de caracterización gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua como un problema de toma de decisión multicriterio [5, 6]. Formalmente se representa como:

- Un conjunto de alternativas que representan los pacientes objetos de análisis $A = \{A_1, \dots A_n\},\ n \geq 2$ que se encuentran caracterizados por:
- Un conjunto de criterios que influyen en recomendación gastronómica de las huecas típicas $C = \{C_1, \dots C_m\},\ m \geq 2$;

2.1 Métodos Multicriterio

Los problemas de toma de decisiones pueden ser clasificados según las variables que intervienen en el proceso. Se pueden clasificar mediante un ambiente monocriterio o multicriterio. Para un ambiente monocriterio existe una sola variable que determina el comportamiento sobre el procesamiento de las alternativas, por lo tanto existe una implicación directa. Se cumple la condición que p→q, para todo valor que tome la variable objeto de estudio, el resultado implicará positiva o negativamente el valor del objetivo o alternativa [7-9].

Los operados de agregación representan un método de inferencia en el que sus funciones matemáticas son utilizadas en los procesos de toma de decisiones [10], [11, 40] y combinan valores (x, y) en un dominio D y devuelven un valor único.

Dentro de los principales operadores para la agregación de información se encuentra la media aritmética y media ponderada [7-9], tal como se define a continuación:

Definición 1. Un operador WA tiene asociado un vector de pesos V, con $v_i \in [0,1]$ y $\sum_1^n v_i = 1$, expresado de la siguiente forma:

$$WA(a_1,..,a_n) = \sum_{i=1}^{n} v_i a_i \quad (1)$$

Donde v_i representa la importancia de la fuente a_i.

Un operador de agregación de información *Ordered Weighted Averaging,* (OWA por sus siglas en Inglés), Media Ponderada Ordenada propuesto por [12], permite unificar los criterios clásicos de decisión de incertidumbre en una expresión [13, 32].

2.2 Números Neutrosóficos de Valor Único

La neutrosofía consiste en la representación de la neutralidad, fue propuesta por Smarandache [14]. Representa las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [15, 31, 37].
La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [16]:

Sean $N = \{(T,I,F) : T,I,F \subseteq [0,1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene:

$$v(p) = (T,I,F) \quad (2)$$

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos Neutrosóficos de Valor Único (SVN) [17, 33] los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas [18] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [19, 20].

Sea X un universo de discurso. Un SVN sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in \quad (3)$$

Donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$

3 Método para la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua

En la presente sección se describe el funcionamiento del modelo matemático para la toma de decisiones sobre la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Se presentan las características generales que facilitan la comprensión de la propuesta.

El método para la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, está diseñado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de inferencia en general, realiza tres subprocesos: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método.

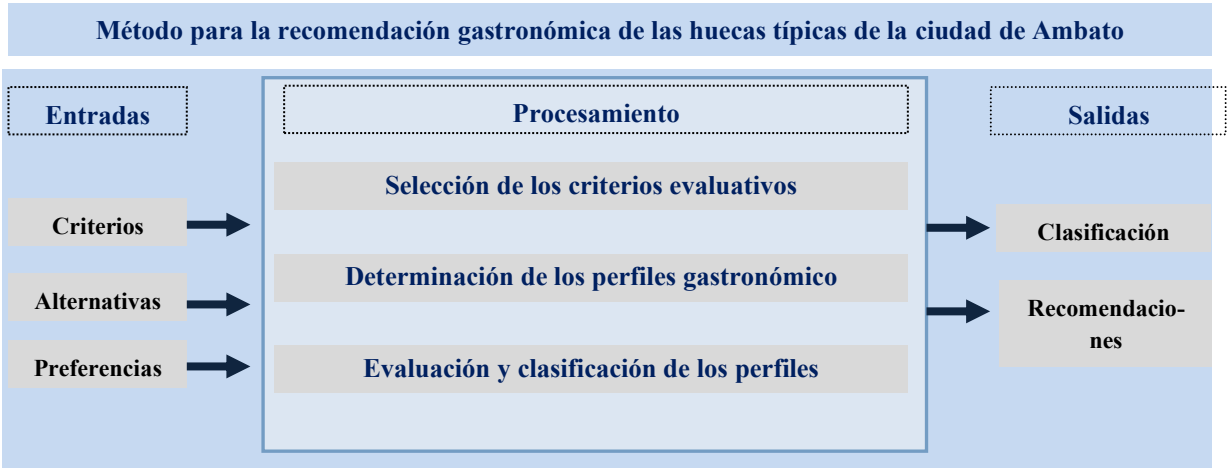


Figura 1: Esquema general del funcionamiento del método.

3.1 Descripción de las etapas del método

La entrada de información permite la introducción de los diferentes datos que son necesarios en el proceso de toma de decisiones. Los datos representan la principal fuente de información a ser utilizada en la etapa de procesamiento.

El procesamiento de información representa la capacidad del método para ejecutar cálculos matemáticos a partir de un método de inferencia utilizado que ejecuta una secuencia de operaciones. El procesamiento es la característica que permite la transformación de datos almacenados en información organizada con un objetivo específico.

La salida de información garantiza la representación del resultado generado a partir del procesamiento realizado. Permite devolver el comportamiento de las alternativas a partir del proceso de inferencia realizado mediante las variables objeto de estudio.

3.2 Flujo de trabajo del método

El flujo de trabajo describe la interacción de las diferentes entidades que intervienen en el método, garantiza la representación de términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN. El flujo de trabajo está compuesto por cuatro actividades:

1. Identificación de los criterios para la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato.
2. Determinación del perfil gastronómico.
3. Evaluación y clasificación
4. Generación de recomendaciones.

Estas actividades soportan el proceso de toma de decisiones del método. A continuación, se describen en detalle:

Identificación de los criterios: los criterios son el conjunto de características que describe las recomendaciones gastronómicas de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, representan la base de indicadores evaluativos sobre el cual se conforma el perfil de gastronómicos C_i.

Determinación del perfil de los gastronómicos: el perfil de los gastronómicos se obtiene de forma directa mediante criterios de expertos.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \tag{4}$$

Las valoraciones de las características de los perfiles gastronómicos a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de términos lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. La descripción de las características está asociada al conjunto de gastronomía que representan las alternativas del proceso[21, 22, 31].

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \tag{5}$$

Evaluación y clasificación: para la evaluación y clasificación de los establecimientos gastronómicos mediante números SVN [23, 24], se tiene:

Sea

$A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN,

tal que:

$A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$,

j=(1,2, … , n),

$B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.

tal que y $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$($i$ = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las B_i y A^* resulta [24]:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(|a_{ij}-a_j^*|\right)^2+\left(|b_{ij}-b_j^*|\right)^2+\left(|c_{ij}-c_j^*|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \tag{6}$$

(i = 1,2, … , m)

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [25],[26] , [18, 34]. En la medida en que la alternativa se A_i se encuentra más semejante perfil del medicamento (s_i) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [27], [28, 38].

La obtención de las preferencias de las alternativas se hace a partir de la evaluación que se obtiene del comportamiento de los indicadores donde:

$$\boldsymbol{A}_i\left[F_{a_j}\right] = \left[Pre_y\right] \quad (10)$$

Para cada alternativa A que posee un perfil F_{a_j} se le hace corresponder un conjunto de preferencias $\mathrm{Pre_y}$ que una sobre el comportamiento del medicamento, donde:

$\left[Pre_y\right]$: es el arreglo resultante como preferencia de las alternativas respecto a un conjunto de indicadores $Pre \in \mathbb{N}, [0,1]$. El valor de $\mathrm{Pre_y}$.

Para el proceso de inferencia sobre la recomendación de medicamento se parte de:

$$\boldsymbol{A}_i = \left[Pre_y, W_z\right] \quad (11)$$

Donde:

Pre_y: representa el conjunto de preferencia sobre $\boldsymbol{A}_i$.

W_z : representa el vector de peso referido por $_z$.

El proceso de evaluación se realiza mediante el método multicriterio WA [29]. El conjunto de recomendaciones están asociadas al resultado obtenido en la evaluación a partir del cual es calculada la similitud entre el perfil gastronómico y es ordenada de acuerdo a la similitud obtenida. La mejor evaluación será aquella que mejor satisfaga las necesidades del perfil con mayor similitud.

4 Resultados y discusión

La presente sección describe un ejemplo para demostrar la aplicabilidad del método para la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores. El método fue implementado para la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

Para aplicar del método multicriterio WA, se estructuran los criterios evaluativos del problema y las alternativas objeto de estudio. A partir del comportamiento de los indicadores se obtienen las preferencias para evaluar las alternativas y realizar el proceso de clasificación. El objetivo es evaluar las preferencias sobre los indicadores que representa la recomendación gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, los criterios evaluativos son representados por los principales indicadores de calidad.

Los expertos expresan la valoración del cumplimiento de los criterios mediante la valoración neutrosófica. Los atributos se formulan en la escala lingüística presentada en la Tabla 1, sustituyendo sus términos lingüísticos equivalentes.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [24].

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)

El problema es modelado mediante el conjunto de centros gastronómicos que representan las alternativas tal como se refiere a continuación:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$$

Que son descritos por el conjunto de atributos que representan los criterios evaluativos de los centros gastronómicos.

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7\}$$

Donde:

c_1 Autenticidad y tradición

c_2 Calidad de los ingredientes

c_3 Sabor y sazón

c_4 Higiene y seguridad alimentaria

c_5 Atención al cliente

c_6 Ambiente y entorno

c_7 Relación calidad-precio

La Tabla 2 muestra la vista de datos utilizadas para el presente caso de estudio.

Tabla 2: Vista de datos de los centros gastronómicos.

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
a_1	B	MMB	M	B	B	B	MMB
a_2	B	MMB	MDB	M	M	B	MMB
a_3	MB	B	M	M	MB	M	MD
a_4	M	B	MMB	M	M	B	M

Si un cliente o miembro de la red de auditoría gastronómica u_e, desea recibir las recomendaciones del modelo, deberá proveer información al mismo expresando sus preferencias. En este caso:

$$P_e = \{\mathrm{B}, \mathrm{M}, \mathrm{MMB}, \mathrm{M}, \mathrm{B}, \mathrm{B}, \mathrm{M}\}$$

El siguiente paso del ejemplo, es el cálculo de la similitud entre el perfil de los centros gastronómicos y los almacenados en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre los centros gastronómicos y el perfil gastronómico de análisis.

a_1	a_2	a_3	a_4
0.90	0.45	0.20	0.40

Para el proceso de generación de recomendaciones, se recomiendan aquellos que más se acerquen al perfil gastronómico posteriormente se realiza un ordenamiento de los perfiles.

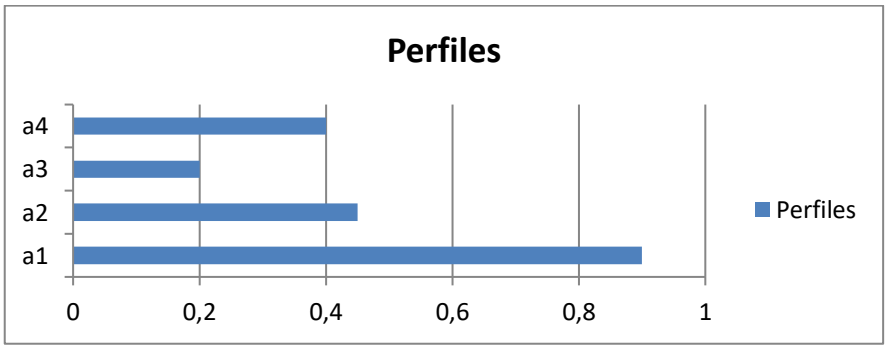


Figura 2: Ordenamiento de los perfiles.

A partir de esta comparación, los perfiles de medicamento resultantes son expresados mediante el siguiente orden de prioridad.

$$\{a_1, a_2, a_4, a_3\}$$

El modelo propuesto recomendará los dos productos más cercanos. Las recomendaciones están formadas por:

$$a_1, a_2$$

A partir del resultado, el perfil que mejor evaluación posee para representar la propuesta de evaluación óptima es a_1.

5 Discusión

Julio Pazo,s profundo conocedor de la cocina ecuatoriana manifiesta en su libro "La cocina del Ecuador", la importancia de conocer los productos ancestrales así como la historia de nuestra cocina originaria, presentando en su libro 140 recetas de comida típica ecuatoriana, y 13 enriquecedoras lecturas que despliegan parte de su vasta investigación histórica, sobre los platos y productos que más se acostumbraban a consumir durante la colonia y que hasta ahora se lo sigue preparando en las huecas; como son la papas, maíz, aguacate, tomate, el cuy entre otros. [40]

El Chef Mauricio Armendariz en su libro "La Cocina del Ecuador" nos dice que el sabor de la cocina ecuatoriana, se debe al amor que tienen todas aquellas personas que se dedican a la gastronomía y esto es el pilar fundamental de la importancia que actualmente tiene nuestra cocina; por lo que este libro busca cultivar el amor por la cocina ecuatoriana y promocionar los productos regionales, que son el componente de la identidad de nuestra nación. [31, 35, 39]

Autores internacionales opinan sobre el tema, y dicen lo siguiente; entre ellos[3] en su artículo "Los mercados de la tierra como estrategia para una gastronomía sustentable" manifiesta que para que "la gastronomía sea sustentable debe cumplir con cadenas cortas de suministro y comercialización, que debe relacionar tres elementos: insumos, colaboradores y consumidores, cada uno con sus características propias".

Así también [30] manifiesta que se debe "crear vínculos directos entre los productores y el público en general, eliminando intermediarios e incrementando la accesibilidad de una comida buena, limpia y justa" que deleite el paladar de los comensales.

6 Conclusión

El presente trabajo propuso un método para la caracterización gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua a partir de la utilización de un enfoque multicriterio. Se basó en los números neutrosófícos como la teoría que permitió abordar la incertidumbre y la imprecisión para la caracterización gastronómica de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. El empleo de los números Neutrosóficos de Valor Único nutrió el método propuesto mediante su representación de la incertidumbre para la confección de perfiles de las huecas típicas de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Se precisa a partir de la propuesta realizada que se elabore una guía turística y gastronómica que señale las delicias culinarias que aquí tenemos y que estas tengan una difusión nacional e internacional.

Referencias

[1] J. A. O. Miranda, L. G. C. Fonseca, E. P. G. González, and M. P. C. Ocaña, "Elaboración de la enciclopedia en línea" Atractivos Turísticos de la Región Montañosa Central, Interandina y Andina de Ecuador"," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2024.

[2] A. C. Reyes Uribe, E. A. Guerra Avalos, and J. M. Quintero Villa, "Educación en gastronomía: su vínculo con la identidad cultural y el turismo," *El periplo sustentable*, no. 32, 2017.

[3] P. E. S. Jiménez, Y. D. P. Castrejón, and A. E. J. Ruíz, "Los mercados de la tierra como estrategia para una gastronomía sustentable," *Siembra,* vol. 10, no. 2, 2023.

[4] J. Compton, "Arby's image repair tactics as a public relations strategy," *Public relations review,* vol. 40, no. 1, pp. 122-124, 2014.

[5] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, "Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación," *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.

[6] C. Bouza. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en contabilidad, administración, economía," https://www.researchgate.net/publication/303551295_METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LA_TOMA_DE_DECISIONES_EN_CONTABILIDAD_ADMINISTRACION_ECONOMIA.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 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.

[10] I. Grau, and R. Grau, "Aplicación de sistemas neuroborrosos a problemas de resistencia antiviral del VIH," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 6, no. 2, 2012.

[11] K. Pérez, "Modelo de proceso de logro de consenso en mapas cognitivos difusos para la toma de decisiones en grupo," Tesis Doctoral, Facultad 4, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014.

[12] R. Yager, "On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,* vol. 18, no. 1, pp. 183-190, 1988.

[13] D. Filev, and R. Yager, "On the issue of obtaining OWA operator weights," *Fuzzy sets and systems,* vol. 94 no. 2, pp. 157-169, 1998.

[14] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[15] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.
[16] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[17] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
[18] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.
[19] 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.
[20] 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.
[21] 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.
[22] 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.
[23] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.
[24] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
[25] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words," *Ingeniería y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 173-188, 2015.
[26] F. Smarandache, "Neutrosofía y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
[27] O. M. Cornelio, A. R. Rodríguez, W. L. S. Álava, P. G. A. Mora, L. M. S. Mera, and B. J. P. Bravo, "La Inteligencia Artificial: desafíos para la educación," *Editorial Internacional Alema*, 2024.
[28] M. G. Arencibia, O. M. Cornelio, and I. G. Fortuna, "Ética digital en la salud," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 17, no. 5, pp. 22-39, 2024.
[29] E. Veitia González, and O. Mar Cornelio, "Obtención y optimización de imágenes de fondo de ojo mediante tomografía de coherencia óptica," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 16, no. 1, pp. 720, 2024.
[30] J. Coulton, "Reflexiones sobre los mercados de la tierra y la sostenibilidad," Slow Food International, 2021.
[31] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.
[32] Hernández, N. B., Ricardo, J. E., & Vázquez, M. L. "Evaluación de las dinámicas de formación en la especialidad de Derecho de UNIANDES, Babahoyo". Revista Conrado, vol. 20 núm. 96, pp, 419-430, 2024.
[33] Vázquez, M. Y. L., Ricardo, J. E., & Hernández, N. B. "La Neutrosofía como herramienta para abordar la vaguedad lingüística en el análisis de textos de dilemas ético". Infinite Study, 2024.
[34] Ricardo, J. E., Vásquez, Á. B. M., Herrera, R. A. A., Álvarez, A. E. V., Jara, J. I. E., & Hernández, N. B. "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje". Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2018.
[35] Ricardo, J. E., Flores, D. F. C., Díaz, J. A. E., & Teruel, K. P. "An Exploration of Wisdom of Crowds using Neutrosophic Cognitive Maps". vol. 37, Infinite Study, 2020.
[36] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.
[37] Ezquerra Quintana, G., Gil Mateos, J. E., & Márquez Sánchez, F. "Educación para el desarrollo sostenible, su dimensión ambiental.: Una visión desde y para las universidades en América." Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, vol. 4 núm. 3, pp 72-81, 2016.
[38] Reyes, P. R. S. A., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Hybrid and avant-garde methods for cost of capital evaluation." Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 482-489, 2023.
[39] Ortega, R. S., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Capítulo 18. Natural and cultural heritage un the tourismo economy of the province of Guayas." La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinar, p. 421. Thomson Reuters Aranzadi, 2022.
[40] Pozo-Estupiñan, C., Sorhegui-Ortega, R., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Pensamiento Económico: Sostenibilidad y Economía Agraria (Economic Thinking: Sustainability and Agricultural Economy)". In Forthcoming, En IX Congreso Internacional "Tecnología, Universidad y Sociedad". Samborondón, Ecuador, 2021.

Recibido: 15 de octubre de 2024. Aceptada: 10 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para determinar el índice de avance en los tratamientos terapéuticos del Síndrome Nefrótico

Neutrosophic method to determine the rate of progress in the therapeutic treatments of Nephrotic Syndrome

Alex Ramón Valencia Herrera[1], Liliana Katherine Sailema López[2], and Génesis Alexandra Zúñiga Cárdenas[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.alexvalencia@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.lilianaksl36@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.genesisazc89@uniandes.edu.ec

Resumen. El síndrome nefrótico se caracteriza por cinco elementos clínicos distintivos: 1) Exceso de proteínas en la orina (> 3.5 g/24 h); 2) Bajos niveles de albúmina en la sangre (< 3.5 g/dL); 3) Presencia de edema; 4) Elevación de los niveles de colesterol en sangre; 5) Presencia de lípidos en la orina, en general, se observa una mayor prevalencia de este síndrome en la población pediátrica en comparación con los adultos. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para determinar el índice de avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico, obteniendo una visión integral de las estrategias de tratamiento, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones clínicas. Se identificaron avances terapéuticos para el síndrome nefrótico, centrándose en mantener la proteinuria, eliminar edemas y restablecer albúmina, el tratamiento incluye corticoides, diuréticos y otras opciones. Se exploran alternativas como ciclofosfamida y hormona adrenocorticotrópica, buscando mejorar la calidad de vida con un enfoque individualizado.

Palabras Claves: Criterio de experto, Delphi, método neutrosófico, Síndrome Nefrótico, avances terapéuticos.

Abstract. Nephrotic syndrome is characterized by five distinctive clinical elements: 1) Excess protein in urine (> 3.5 g/24 h); 2) Low levels of albumin in the blood (< 3.5 g/dL); 3) Presence of edema; 4) Elevated levels of cholesterol in the blood; 5) Presence of lipids in the urine. In general, a higher prevalence of this syndrome is observed in the pediatric population compared to adults. This research aims to develop a neutrosophic method to determine the index of therapeutic advances in Nephrotic Syndrome, obtaining a comprehensive view of treatment strategies, providing a solid basis for clinical decision making. Therapeutic advances for nephrotic syndrome were identified, focusing on maintaining proteinuria, eliminating edema and restoring albumin, treatment includes corticosteroids, diuretics and other options. Alternatives such as cyclophosphamide and adrenocorticotropic hormone are being explored, seeking to improve quality of life with an individualized approach.

Keywords: Expert criteria, Delphi, neutrosophic method, Nephrotic Syndrome, therapeutic advances.

1 Introducción

El síndrome nefrótico es una entidad clínica definida por cinco características clave: proteinuria superior a 3.5 g en 24 horas, hipoalbuminemia por debajo de 3.5 g/dL, edema, hipercolesterolemia y lipiduria. La presencia de una excreción de proteínas que supere los 3.5 g en un periodo de 24 horas es el componente principal de este síndrome [1]. Sin embargo, es importante señalar que el término "proteinuria nefrótica" no es sinónimo de "síndrome nefrótico". Esto se debe a que la hipoalbuminemia y el edema pueden estar ausentes en función de diversos factores, como la duración de la condición, el estado nutricional y la función hepática. Por lo tanto, la proteinuria se considera el evento desencadenante de las alteraciones asociadas al síndrome nefrótico, que incluyen edema, dislipidemia, un estado de hipercoagulabilidad y una mayor susceptibilidad a infecciones [2].

La epidemiología del síndrome nefrótico presenta variaciones significativas en todo el mundo en términos de prevalencia, causas subyacentes y grupos de edad afectados. En general, se observa que el síndrome nefrótico es más común en la población pediátrica que en los adultos, y la etiología puede diferir dependiendo de la edad. Se estima que la incidencia anual del síndrome nefrótico en niños menores de 16 años oscila entre 1 y 3 por cada 100,000, con una mayor frecuencia entre los 2 y 10 años, siendo el sexo masculino el que presenta mayor predominio. En un estudio realizado en el Hospital del Niño "Dr. Francisco de Icaza Bustamante" en Guayaquil, que incluyó a 362 pacientes, se observó que los niños diagnosticados con síndrome nefrótico primario no reciben un diagnóstico oportuno en el primer nivel de atención médica. Esta falta de diagnóstico se asocia con complicaciones específicas de la patología, lo que resulta en un mayor número de ingresos hospitalarios y una prolongación de la duración de la hospitalización. Según los datos recopilados en nuestra investigación durante los últimos cuatro años, la edad predominante de presentación del síndrome nefrótico primario es de 5 años, con una proporción entre hombres y mujeres de 1.2:1.

En cuanto a la etiología del síndrome nefrótico, es el más común entre los síndromes glomerulares, siendo la nefropatía diabética la principal causa en la población adulta. En la población no diabética, diversas glomerulopatías primarias son responsables de la mayoría de los casos, y su prevalencia varía según la edad del individuo. Por ejemplo, la glomerulopatía membranosa tiende a ser más frecuente a partir de los 60 años, mientras que es poco común en la población infantil. En contraste, la enfermedad de cambios mínimos es más prevalente en niños [2, 37]. En las últimas dos décadas, se ha registrado un aumento en los casos de glomeruloesclerosis focal y segmentaria, superando incluso a la glomerulopatía membranosa, que ha mostrado un comportamiento opuesto.

El síndrome nefrótico idiopático, que se origina en enfermedades glomerulares primarias, es la variante más prevalente, aunque también hay glomerulopatías secundarias asociadas a condiciones como la diabetes mellitus y el lupus eritematoso sistémico que presentan una incidencia significativa. La nefropatía de cambios mínimos es responsable del 80 % de los casos de síndrome nefrótico en niños menores de 16 años y del 20 % en adultos. Esta afección se caracteriza por la apariencia normal de las nefronas bajo el microscopio óptico, siendo las lesiones detectables únicamente mediante la microscopía electrónica. Por su parte, la glomeruloesclerosis focal y segmentaria constituye aproximadamente un tercio de los casos de síndrome nefrótico en adultos, con características morfológicas distintivas como esclerosis y hialinosis en ciertas partes de los glomérulos. Finalmente, la nefropatía membranosa se manifiesta por el engrosamiento de las membranas dentro del glomérulo, y los depósitos inmunitarios electrodensos que contienen IgG sugieren un proceso inmunitario. Otras afecciones con menor incidencia incluyen la nefritis glomerular de tipo crecéntico o progresiva rápida, nefritis membranoproliferativa de tipos I y III, y nefritis proliferativa mesangial, como la nefropatía por IgA y por IgM [3, 38].

El síndrome nefrótico puede presentarse como una complicación de diversas enfermedades sistémicas, siendo la nefropatía diabética una de las más prevalentes. Esta condición es actualmente una de las principales causas de insuficiencia renal crónica a nivel mundial. La nefropatía diabética provoca distintos trastornos en el glomérulo, que llevan a una alta excreción de proteínas en la orina. Entre estos trastornos se encuentran la hipertrofia glomerular, la hiperfiltración, el engrosamiento de la membrana basal glomerular y alteraciones en las células mesangiales, así como arteriolar hialinosis [3, 41].

Otra enfermedad sistémica que puede desencadenar síndrome nefrótico es el lupus eritematoso diseminado, una patología autoinmune que impacta en el riñón. La acumulación de inmunocomplejos característicos de esta enfermedad, que incluyen ADN-antiADN y agregados de nucleosomas y cromatina, resulta en la liberación de citoquinas proinflamatorias como la IL-6 e IL-8, afectando la funcionalidad renal y favoreciendo el desarrollo de proteinuria [4].

La amiloidosis también juega un papel importante como causa del síndrome nefrótico, ya que se caracteriza por el depósito extracelular de un material fibrilar llamado amiloide. Este depósito provoca un engrosamiento de la membrana basal glomerular y alteraciones en el filtrado glomerular, lo que conlleva a proteinuria nefrótica.

La disfunción de la barrera de filtración glomerular constituye la anomalía fisiopatológica fundamental del síndrome nefrótico, lo que provoca la excreción de proteínas en la orina y, como consecuencia, una disminución de los niveles de albúmina en el organismo. Este daño en los capilares glomerulares puede estar relacionado con el origen específico del síndrome nefrótico; en la glomerulopatía lúpica, por ejemplo, se debe a la presencia de depósitos de complejos inmunes, mientras que en la nefropatía diabética, está ligado a alteraciones estructurales en los componentes de la barrera [5, 42].

La proteinuria puede surgir debido a la disminución de la electronegatividad de la membrana basal, lo que facilita el paso de proteínas a través de la barrera de filtración. En condiciones normales, estas proteínas, predominantemente cargadas de forma negativa, se repelen entre sí. Además, la proteinuria puede ser consecuencia de la desorganización de la barrera, que provoca un aumento en el tamaño de los poros entre los pedicelos de los podocitos. El grado de daño en el capilar glomerular determinará si la proteinuria se limita a una pérdida de albúmina (daño mínimo) o incluye también la excreción de globulinas, aunque la albúmina, por ser la proteína de menor peso molecular, se elimina más fácilmente.

La hipoalbuminemia, un hallazgo común en el síndrome nefrótico, se debe en gran medida a la pérdida de

proteínas a través de la orina. Esta condición también puede resultar del catabolismo de la albúmina filtrada por el túbulo contorneado proximal y de la redistribución de la albúmina en el organismo. Es importante destacar que el cuerpo intenta regular la hipoalbuminemia mediante la síntesis de proteínas de mayor peso en el hígado, como el fibrinógeno y otros factores procoagulantes, así como alfa-2 y betaglobulinas.

La presencia de edema en pacientes con síndrome nefrótico se explica por una alteración en las fuerzas de Starling, que son cruciales para mantener la homeostasis del líquido entre los capilares y el espacio intersticial. La hipoalbuminemia disminuye la presión oncótica del plasma, favoreciendo la salida de líquido hacia el intersticio y reduciendo la reabsorción en el extremo venoso. Este desequilibrio provoca acumulación de líquido en el intersticio, superando la capacidad de los vasos linfáticos para reintegrarlo a la circulación, lo que resulta en edema. Además, la transferencia de agua y sodio al intersticio por este mismo mecanismo contribuye a la hipovolemia, que activa el eje renina-angiotensina-aldosterona, incrementando la retención de agua y sodio en los túbulos renales como respuesta a la pérdida de volumen plasmático.

La hiperlipidemia en el síndrome nefrótico se produce, al menos en parte, por el aumento en la síntesis de lipoproteínas que comparten su ruta metabólica con la albúmina en el sistema del retículo endoplasmático y el aparato de Golgi de los hepatocitos. Esto no solo se relaciona con el desarrollo de enfermedad cardiovascular, sino que también influye en la progresión de la enfermedad renal crónica.

La filtración y eliminación renal también afectan a las proteínas plasmáticas involucradas en la cascada de la coagulación, lo que genera un estado de hipercoagulabilidad. A medida que progresa el síndrome nefrótico, se observa un desequilibrio entre los factores procoagulantes y anticoagulantes debido a la filtración de antitrombina III y el factor de von Willebrand, entre otros, junto con niveles elevados de fibrinógeno que, debido a su peso molecular, no se filtra fácilmente. [43, 44]

De manera general, los pacientes con síndrome nefrótico presentan una mayor susceptibilidad a infecciones, principalmente por la significativa pérdida de inmunoglobulinas, especialmente IgG, y de proteínas del complemento. Esta pérdida compromete la opsonización y la capacidad fagocítica, aumentando así el riesgo de infecciones por microorganismos encapsulados, como se observa en la peritonitis por neumococo, que es particularmente común en la población infantil.

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para determinar el índice de avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico, obteniendo una visión integral de las estrategias de tratamiento, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones clínicas.

2 Materiales y métodos

La presente sección realiza una descripción del método neutrosófico para determinar el índice de avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico. La propuesta está estructurada para soportar el proceso de determinación del índice de avance. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela la incertidumbre mediante Números Neutrosóficos de Valor Único. La figura 1 muestra un esquema del método propuesto.

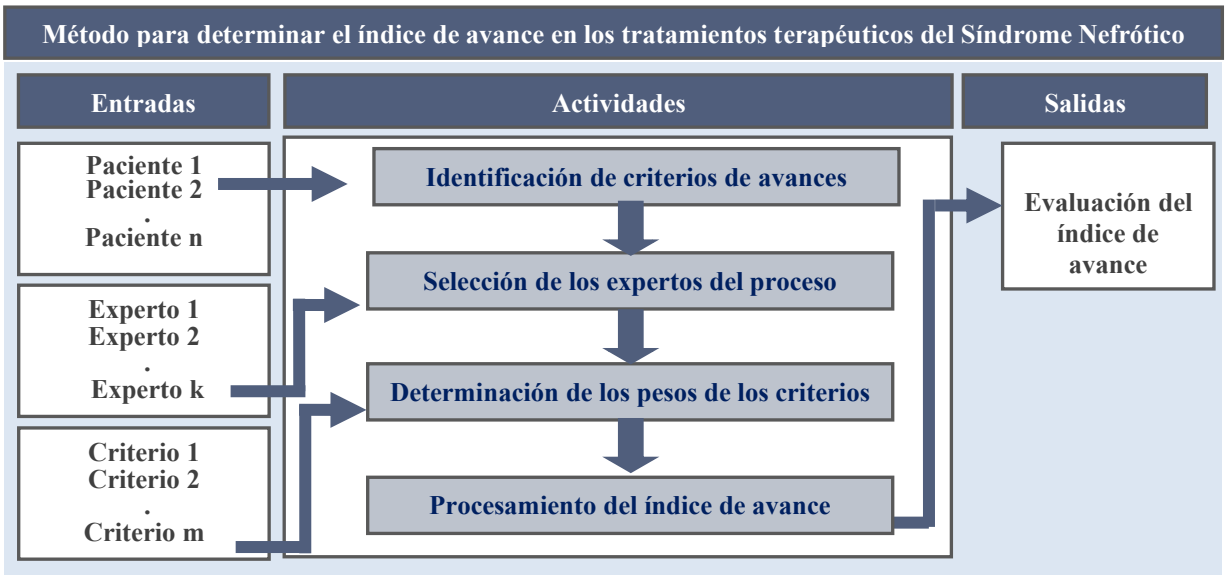


Figura 1: Método para determinar el índice de avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico.

El funcionamiento del método se basa en cuatro pasos: identificación de los criterios de avance en los tratamientos terapéuticos; selección de los expertos; determinación de los pesos de los criterios; y procesamiento de las evaluaciones. Estos pasos son descritos a continuación:

Paso 1. Identificación de los criterios de avance en los tratamientos terapéuticos.
Paso 2. Selección de los expertos del proceso.
Paso 3. Determinación los pesos de los criterios.
Paso 4. Procesamiento del índice de avances en el área terapéutica.

A continuación se expone cómo se realizan cada uno de estos pasos:

El paso 1: Identificación de los criterios de avance en los tratamientos terapéuticos, constituye un parámetro de entrada del método. Este proceso implica establecer indicadores claros y medibles que reflejen la efectividad del tratamiento en función de los objetivos clínicos deseados. La identificación de estos criterios es esencial para proporcionar una base objetiva desde la cual se pueda valorar el progreso del paciente, permitiendo así a los profesionales de la salud realizar ajustes en el tratamiento según sea necesario. Los criterios deben considerar tanto la mejora en los síntomas como los cambios en los resultados laboratoriales, asegurando un enfoque integral en la evaluación del avance terapéutico. [45]

El paso 2: Selección de los expertos del proceso, consiste en reconocer a los profesionales que cuentan con el conocimiento y la experiencia necesaria para evaluar el avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico. Los expertos deben poseer un dominio en áreas específicas de conocimiento que son cruciales para esta evaluación. Estas áreas incluyen nefrología, donde se requiere un vasto conocimiento sobre las enfermedades renales y sus tratamientos; medicina interna, para entender los contextos generales de la salud del paciente; farmacología, que permite la comprensión de los medicamentos utilizados en el tratamiento del síndrome nefrótico y sus efectos; así como nutriología, ya que el manejo dietético es relevante en estos pacientes. Las competencias médicas necesarias comprenden una sólida capacidad de diagnóstico, la habilidad para interpretar resultados de laboratorio y estudios clínicos, la experiencia en la gestión de terapias inmunosupresoras y la comprensión de las indicaciones y contraindicaciones de los tratamientos, así como destrezas en la comunicación para trabajar con equipos multidisciplinarios; para ello se utiliza un enfoque multiexperto [6, 7]. Se inicia con un cuestionario de auto evaluación a partir del cual se determina el coeficiente de conocimiento de los expertos de modo que:

$$Kc = Vr\ (0.5) \tag{1}$$

Donde:

Kc: representa el coeficiente de conocimiento o información de los expertos consultados sobre el tema.

Vr: representa el valor de conocimiento reconocido por el experto.

Para Vr debe cumplir que $Vr \in [0,1]$

Se determinan los aspectos de mayor influencia a partir de los valores reflejados por cada experto, de esta forma se procesan los valores seleccionados por los expertos. La sumatoria de estos valores permite determinar el coeficiente de argumentación (Ka). El Ka se obtiene a partir de $Ka=\sum_1^n c$

Donde:

Ka: representa el coeficiente de argumentación.

C: son los valores correspondientes a los criterios alto, medio y bajo de cada fuente de argumentación.

Finalmente se calculó el coeficiente de competencia tal como expresa la siguiente ecuación:

$$K = 0{,}5(K_c + K_a) \tag{2}$$

Donde:
K: representa el coeficiente de competencia.
El valor de K obtenido se tomará como referencia para determinar el nivel de competencia (NK).
Si NK ($0{,}8 \leq K < 1{,}0$) se considera Alto;
Si ($0{,}5 < K < 0{,}8$) se considera Medio;
Si ($K \leq 0{,}5$) se considera Bajo.

Los criterios de avance en los tratamientos terapéuticos, se basa en la selección de los principales indicadores evaluativos [8]. Los criterios permiten determinar índice de avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico.

El paso 3: Determinación los pesos de los criterios se realiza a partir de los criterios evaluativos seleccionados para el funcionamiento del método, se determina la importancia atribuida a los criterios mediante un vector de importancia W [9-11]. Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los expertos. Estos expresan sus preferencias a través de la comparación entre los criterios [12-14]. Cuando los expertos emiten sus valoraciones respecto a los criterios, si dos criterios tienen igual valoración indica que ambos criterios son igualmente importantes y si un criterio tiene mayor valor que otro significa que este primero es más importante [15, 16, 37]. Más de un criterio puede tener el mismo valor, el valor cero para algún criterio indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio [17-19], [43].

Los valores de los pesos deben cumplir que:

$$0 \leq W_j \leq 1 \tag{3}$$

Donde:

W: representa el vector de importancia atribuido a la evaluación de un criterio.

j representa el puntero de desplazamiento en la selección de un criterio dentro de la función sumatoria.

A cada experto se le pide que emita su opinión acerca de la importancia que tiene cada indicador con relación a los demás para el caso a evaluar [20, 21]. La sumatoria de estos valores relativos debe ser igual a 1.

EP: Función promedio que mediante la cual es obtenido el valor relativo de cada criterio

$$EP = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i}{E} \tag{4}$$

Donde:

W_i : representa el peso de los vectores de peso atribuido a un criterio.

E: cantidad de expertos que participa en el proceso.

El paso 4: Procesamiento del índice de avances en el área terapéutica, consiste en computar la evaluación a partir del conjunto de datos que intervinieron en el proceso. Para la evaluación se modelan los datos de las preferencias mediante números neutrosóficos expresados como se muestra a continuación [22, 23, 37].

$$v\,(p) \;=\; (T, I, F) \tag{5}$$

Donde:

$N \;=\; \{(T, I, F) : T, I, F \;\subseteq\; [0, 1]\}n$, es un valor neutrosófico que mapea un grupo de fórmulas proporcionales a N , por cada sentencia p. Para la selección de los atributos se emplea la escala lingüística propuesta por Sahin [24], [25]. La Tabla 1 muestra la propuesta de etiquetas lingüísticas con sus respectivos valores numéricos [26]. La selección se realiza mediante las etiquetas lingüísticas que son sustituidas por sus términos equivalentes para realizar el procesamiento matemático.

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]

Para el proceso de evaluación se emplea el método multicriterio Proceso de Jerarquía Analítica (AHP por sus

siglas en Inglés) que tiene como objetivo calificar los criterios, subcriterios y alternativas de acuerdo con su preferencia [27-29]. El valor final se calcula por la media geométrica ponderada que satisface los requisitos [30], [31]ver ecuación 6 y 7 [32, 33, 39]. Los pesos se utilizan para medir la importancia de los criterios de cada experto, donde algunos factores son considerados como la autoridad, el conocimiento, el esfuerzo de los expertos, entre otros.

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^{n} x_i^{w_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^{n} w_i} \tag{6}$$

Si $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$, cuando la sumatoria de los pesos sume 1, la ecuación 6 se transforma en la ecuación 7.

$$\bar{x} = \prod_{i}^{} x_i^{w_i} \tag{7}$$

Se obtienen las matrices cuadradas que representan la decisión del experto o expertos, que contiene la comparación por pares de criterios, subcriterios o evaluación de alternativas representado mediante un árbol genérico analítico [30], [34, 44] tal como muestra la Figura 2.

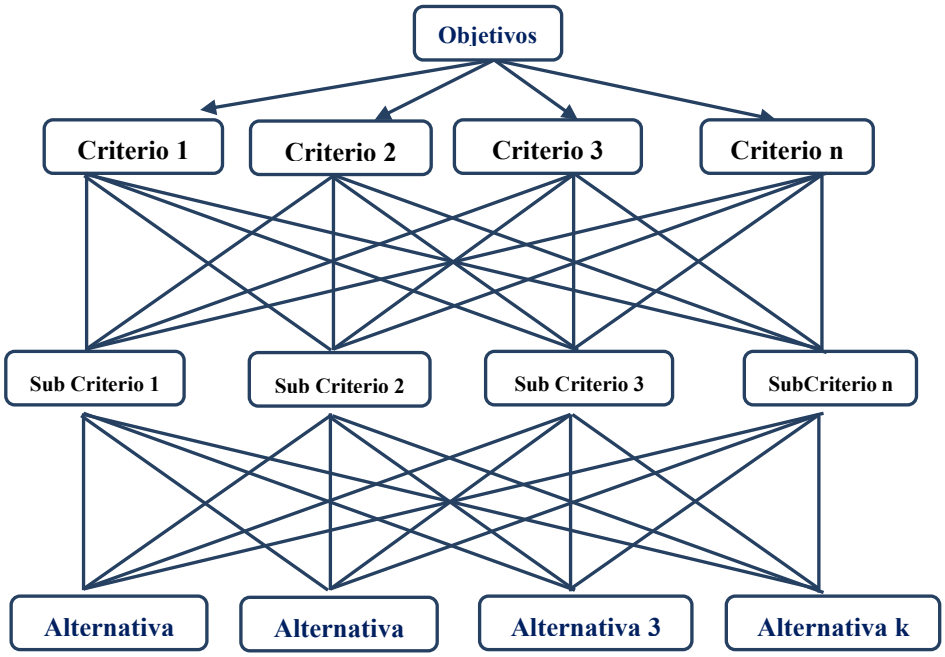


Figura 2: Árbol genérico analítico.

4 Resultados y discusión

La presente sección introduce los resultados de la aplicación de la propuesta. Se implementa el método neutrosófico mediante criterio de experto para determinar el índice de avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico. A continuación se describe la implementación de los pasos del método propuesto:

Paso 1. Identificación de los criterios de avance en los tratamientos terapéuticos

La identificación de los criterios consiste en determinar cuál o cuáles son los criterios de evaluación del avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico.

Paso 2. Selección de los expertos del proceso.

Para el desarrollo de la actividad se les solicita a los expertos potenciales que sus respuestas sean objetivas y precisas respondiendo la siguiente interrogación:

Según su opinión: *¿Cuál es el grado de conocimientos que usted posee sobre el avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico?* Exprese su preferencia en un dominio de valores [0,1], donde 0 representa el menor conocimiento y 1 representa el mayor conocimiento del tema. La Tabla 2 muestra la tabulación del resultado de los expertos que intervinieron en el proceso.

Tabla 2: Tabulación del grado de conocimiento expresado por los expertos.

Expertos	Valor reconocido de la información										Kc
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
1										X	[1,0,0]
2								X			[0.8,0,15,0.20]
3									X		[0.9, 0.1, 0.1]
4										X	[1,0,0]
5								X			[0.8,0,15,0.20]
6				X							[0.40,0.65,0.60]
7									X		[0.9, 0.1, 0.1]
8					x						[0.50,0.50,0.50]
9									x		[0.9, 0.1, 0.1]

Se realiza una autovaloración de la incidencia que tiene cada uno de los aspectos de la tabla sobre el avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico. Marcado con una X en las categorías Alto, Medio o Bajo. La Tabla 3 presenta los aspectos valorativos.

Tabla 3: Aspectos valorativos sobre los criterios de los avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico.

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Certificación o Postgrado en Nefrología.	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.50,0.50,0.50]
Experiencia clínica en el tratamiento de enfermedades renales.	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.50,0.50,0.50]
Participación en la investigación y actualización de tratamientos.	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.50,0.50,0.50
Intercambio de experiencias en congresos, talleres y cursos de formación relacionados con el síndrome nefrótico y su manejo.	[1,0,0]	[0.60,0.35,0.40]	[0.50,0.50,0.50]

El coeficiente de argumentación se obtiene mediante la sumatoria de los valores correspondientes a los criterios Alto, Medio y Bajo de cada fuente de argumentación. La Tabla 4 muestra el resultado obtenido para el presente caso de estudio.

Tabla 4: Coeficiente de argumentación de los expertos consultados (Ka).

Expertos	Valores de la frecuencia de argumentación				Ka
	1	2	3	4	
1	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
2	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
3	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
4	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]
5	[0.40,0.65,0.60]	[0.30,0.75,0.70]	[0.40,0.65,0.60]	[0.50,0.50,0.50]	[0.40,0.65,0.60]
6	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
7	[0.50,0.50,0.50]	[0.30,0.75,0.70]	[0.50,0.50,0.50]	[0.50,0.50,0.50]	[0.50,0.50,0.50]
8	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
9	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]

La Tabla 5 muestra el resumen de los Kc, Ka, K, Mk de los expertos que intervienen en el proceso.

Tabla 5: Datos de cada experto recogidos mediante el cuestionario de autoevaluación.

Expertos	Kc	Ka	K	NK
1	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	Alto
2	[0.8,0,15,0.20]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto
3	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto
4	[0.8,0,15,0.20]	[0.70,0.25,0.30]	[0.75,0.25,0.30]	Alto
5	[0.40,0.65,0.60]	[0.40,0.65,0.60]	[0.40,0.65,0.60]	Bajo
6	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto
7	[0.50,0.50,0.50]	[0.50,0.50,0.50]	[0.50,0.50,0.50]	Bajo
8	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	Alto
9	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	Alto

Nota: Kc: coeficiente de conocimiento; Ka coeficiente de argumentación; K: coeficiente de competencia; NK: nivel de competencia.

A partir del nivel de competencia obtenido por los expertos que intervienen en el proceso, son seleccionados 7 expertos para participar en el estudio, por obtener un alto nivel de competencia.

Paso 3. Selección de los criterios de evaluativos y sus pesos.

La selección de los criterios evaluativos utilizados en el modelo propuesto fue obtenida a partir de los expertos que intervinieron en el proceso seleccionándose cinco criterios de modo que:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$$

Donde:

c_1 Reducción de la proteinuria: disminución en la cantidad de proteínas excretadas en la orina, medida en miligramos por día, que indique una mejora en la función de la barrera de filtración glomerular.

c_2 Aumento de los niveles de albúmina sérica: incremento en los niveles de albúmina en sangre, que refleje una mejoría en la retención de proteínas y una reducción en la proteinuria.

c_3 Control de la presión arterial: mantenimiento de la presión arterial dentro de rangos normales, lo que puede indicar una mejoría en la salud vascular y una respuesta positiva al tratamiento.

c_4 Disminución del edema: reducción del edema periférico y/o de otros signos de retención de líquidos, medido a través de la evaluación clínica y, si es necesario, estudios de imagen.

c_5 Mejoría en los resultados de función renal: Evaluación de parámetros como la tasa de filtración glomerular (TFG) y los niveles de creatinina en sangre, que deben mostrar estabilidad o mejora a lo largo del tiempo como resultado del tratamiento.

A partir del trabajo realizado por los expertos se obtuvieron los vectores de importancia W atribuidos a cada indicador. La Tabla 6 muestra los valores resultantes de la actividad.

Tabla 6: Pesos determinado para los criterios.

Indicadores	Pesos W
1	[0.9, 0.1, 0.1]
2	[1,0,0]
3	[0.85,0,15,0.20]
4	[0.70,0.25,0.30]
5	[0.85,0,15,0.20]

Paso 4: Procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios, implica analizar de manera sistemática las evaluaciones realizadas por los expertos en relación con los avances observados en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico. Se analizaron tratamientos farmacológicos como Corticoesteroides, Diuréticos, Albúmina, Anticoagulantes; y tratamientos alternativos como ciclofosfamida y clorambucil, Anticuerpos monoclonales como Rituximab, Obinutuzumab, ACTH (Hormona Adrenocorticotropica).

Para el presente estudio, se consideraron específicamente los criterios previamente establecidos, que incluyen la reducción de la proteinuria, el aumento de los niveles de albúmina sérica, el control de la presión arterial, la disminución del edema y la mejora en los resultados de la función renal. Cada uno de estos criterios fue sometido a una evaluación cualitativa y cuantitativa, donde los expertos calificaron el grado de cumplimiento alcanzado en

cada paciente tratado. Este enfoque permite clasificar objetivamente el progreso terapéutico y ayuda a determinar la efectividad de los tratamientos implementados, ofreciendo una visión clara sobre cómo cada intervención ha impactado en la salud y bienestar del paciente, facilitando así la toma de decisiones clínicas más informadas y ajustadas a las necesidades individuales.

A partir de las evaluaciones expresadas por los expertos sobre el comportamiento de los indicadores en el caso de estudio se obtienen las preferencias promediadas por indicadores tal como expresa la Tabla 7.

Tabla 7. Resultado de las preferencias.

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5
Evaluación	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.60,0.35,0.40]

A partir del resultado de las preferencias se obtuvo un vector de preferencia tal como se expresa:
S=[0.9, 0.1, 0.1]; =[0.9, 0.1, 0.1];[1,0,0];[0.9, 0.1, 0.1]; [0.60,0.35,0.40]
W=[0.70,0.25,0.30]; [0.9, 0.1, 0.1]; [1,0,0]; [0.85,0,15,0.20]; [0.85,0,15,0.20]

Finalmente, para el caso de estudio se obtuvo un índice: I= 0.75. El resultado expresa índice de avance en los tratamientos terapéuticos del síndrome nefrótico adecuado, pero aún insuficiente para aumentar la calidad de vida de los pacientes.

5 Discusiones

Según [35] menciona que el tratamiento del síndrome nefrótico tiene bases importantes para su efectividad en donde se utiliza una clasificación clínica para la valoración de cada paciente, este hace hincapié en el síndrome nefrótico con respecto a uso de corticoides (Corticosensible, corticorresistente, corticodependiente), recaídas y remisiones; en donde cada una de ellas presenta características específicas como la valoración de la proteinuria, albúmina y las dosis de los diferentes fármacos a utilizar por un periodo de tiempo, por lo que se concuerda con el autor debido a que siempre en la consulta médica es importante tratar al paciente de acuerdo a sus necesidades quiere decir de manera individual para poder abarcar la mayor cantidad de problemas clínicos del paciente y de esta manera mejorar la adherencia al tratamiento.

Según [36], menciona que el tratamiento del síndrome nefrótico se centra en 3 objetivos específicos de los cuales son: mantener la proteinuria en niveles normales, eliminar los edemas y restablecer los niveles de albúmina, y prevenir posibles complicaciones, en donde el tratamiento general busca centrarse en estos objetivo a través del uso de fármacos como corticoides, diuréticos, albúmina y anticoagulantes, por lo que se concuerda con el autor debido a que el uso de estos fármacos de manera simultánea han logrado buenos resultados en los pacientes con síndrome nefrótico disminuyendo la cantidad de complicaciones a corto y largo plazo. [37, 40]

Según [35], menciona que existen nuevas terapias para el tratamiento del síndrome nefrótico como son ciclofosfamida y clorambucil cuya función se centra en bloquear la producción de ácido desoxirribonucleico (ADN) en las células, además el uso de anticuerpos monoclonales como rituximab cuyo mecanismo es actuar específicamente contra los linfocitos B; así como Obinutuzumab el cual es un anticuerpo monoclonal dirigido contra CD20 que se considera un agente más efectivo para la eliminación de las células B un tratamiento en auge que se basa en el uso de ACTH el cual se encuentra en estudio, sin embargo se ha identificado que puede ser una alternativa terapéutica valiosa para pacientes con síndrome nefrótico corticorresistente, por lo que se concuerda con el autor ya que a través de estas alternativas terapéuticas nuevas se ha buscado lograr disminuir la sintomatología del paciente, y aún más ayudar al tratamiento de complicaciones por el uso prolongado de corticosteroides, por lo que serían alternativas importantes para mejorar su calidad de vida. [45]

6 Conclusión

A pesar de los importantes avances terapéuticos representados por tratamientos farmacológicos como corticosteroides, diuréticos, albúmina y anticoagulantes, así como por opciones de tratamiento alternativo como la ciclofosfamida, el clorambucil y los anticuerpos monoclonales como el rituximab y el obinutuzumab, el índice de avance en los tratamientos del síndrome nefrótico de 0.75 indica que todavía existen limitaciones significativas que obstaculizan una mejora integral en la calidad de vida de los pacientes. Si bien estos tratamientos han mostrado eficacia en la reducción de la proteinuria y el manejo de síntomas como el edema, la realidad es que la respuesta a estos medicamentos puede variar considerablemente entre los pacientes, y muchos siguen enfrentando efectos secundarios adversos y recaídas. Además, los tratamientos actuales a menudo no abordan adecuadamente los problemas subyacentes de salud renal, como la progresión de la enfermedad renal crónica. Por otro lado, la complejidad de la patología, la heterogeneidad de las causas del síndrome nefrótico y la necesidad de un enfoque personalizado en el manejo contribuyen a que, a pesar de los avances significativos, los resultados clínicos no sean siempre

óptimos. Todo esto resalta la necesidad de continuar investigando nuevas terapias y enfoques más efectivos que realmente mejoren la calidad de vida de los pacientes a largo plazo.

Referencias

[1] V. A. Zúñiga, and N. Á. Rodríguez, "Síndrome nefrótico en pediatría," *Revista medica sinergia,* vol. 5, no. 3, pp. e392-e392, 2020.

[2] J. Armenta Morales, "Prevalencia del síndrome nefrótico idiopático, respuesta a tratamiento esteroideo y variantes histopatológicas, en el Hospital para el Niño Poblano entre 2012-2018."

[3] S. d. R. L. Segovia, and J. J. Á. Toapanta, "Epidemiología y fisiopatología del síndrome nefrótico en la infancia," *Journal of American Health,* vol. 5, no. 1, 2022.

[4] A. Velázquez, M. J. García, A. Latorre, I. Campello, C. Ríos, A. López, and J. M. Pérez, "Asociación entre síndrome nefrótico y polirradiculoneuropatía inflamatoria aguda," *Neurología Argentina,* vol. 12, no. 2, pp. 141-143, 2020.

[5] A. Shabaka, S. Rovirosa-Bigot, C. G. Márquez, M. A. Riaño, and G. Fernández-Juárez, "Fracaso renal agudo y síndrome nefrótico secundario a glomerulosclerosis segmentaria y focal asociada a COVID-19," *nefrologia,* vol. 42, no. 6, pp. 727, 2022.

[6] L. Gil, and D. Pascual, "La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido," *Anales de Psicología,* vol. 28, no. 3, pp. 1011-1020, 2012.

[7] M. Varela, L. Díaz, and R. García, "Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud," *Investigación en Educación Médica,* vol. 1, no. 2, pp. 90-95, 2012.

[8] R. Abella Rubio, "COSO II y la gestión integral de riesgos del negocio," *estrategia financiera,* vol. 21, 2006.

[9] B. B. Fonseca, L. C. M. Benitez, and Á. M. H. Oliva, "La estructura de desglose del trabajo como mecanismo viable para la generación de proyectos exitosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 12, no. 5, pp. 63-75, 2019.

[10] O. M. 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.

[11] B. B. Fonseca, and O. M. Cornelio, "Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 15, no. 5, pp. 70-84, 2022.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.

[15] 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.

[16] 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.

[17] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.

[18] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

[19] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[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] 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.

[23] 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.

[24] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[25] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[26] 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.

[27] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.

[28] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[29] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.

[30] B. Zhou, "Enterprise information technology project portfolio selection through system dynamics simulations," Massachusetts Institute of Technology, 2007.

[31] S. S. Bonham, *IT project portfolio management*: Artech House, 2005.

[32] 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.

[33] 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.

[34] J. M. Moreno-Jiménez, and L. G. Vargas, "Cognitive Multiple Criteria Decision Making and the Legacy of the Analytic Hierarchy Process/Decisión Multicriterio Cognitiva y el Legado del Proceso Analítico Jerárquico," *Estudios de Economía Aplicada,* vol. 36, pp. 67-80, 2018.

[35] S. D. Álvarez, "Retos terapéuticos en el síndrome nefrótico idiopático," *Revista Cubana de Pediatría,* vol. 92, no. 4, pp. 1-18, 2020.

[36] G. Carvajal-Barrios, N. Mejía, L. E. G. Ch, A. Florez, C. M. Restrepo, and R. Gastelbondo, "Síndrome Nefrótico:"De la teoría al manejo"," *Pediatría,* vol. 52, no. 3, pp. 94-107, 2019.

[37] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[38] Vázquez, M. Y. L., Ricardo, J. E., & Hernández, N. B. "La Neutrosofia como herramienta para abordar la vaguedad lingüística en el análisis de textos de dilemas ético". Infinite Study, 2024.

[39] Ricardo, J. E., Vásquez, Á. B. M., Herrera, R. A. A., Álvarez, A. E. V., Jara, J. I. E., & Hernández, N. B. "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje". Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2018.

[40] Ricardo, J. E., Flores, D. F. C., Díaz, J. A. E., & Teruel, K. P. "An Exploration of Wisdom of Crowds using Neutrosophic Cognitive Maps". vol. 37, Infinite Study, 2020.

[41] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[42] Ezquerra Quintana, G., Gil Mateos, J. E., & Márquez Sánchez, F. "Educación para el desarrollo sostenible, su dimensión ambiental.: Una visión desde y para las universidades en América." Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, vol. 4 núm. 3, pp 72-81, 2016.

[43] Reyes, P. R. S. A., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Hybrid and avant-garde methods for cost of capital evaluation." Universidad y Sociedad, vol. 15 núm. 4, pp 482-489, 2023.

[44] Ortega, R. S., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Capítulo 18. Natural and cultural heritage un the tourismo economy of the province of Guayas." La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinar, p. 421. Thomson Reuters Aranzadi, 2022.

[45] Pozo-Estupiñan, C., Sorhegui-Ortega, R., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Pensamiento Económico: Sostenibilidad y Economía Agraria (Economic Thinking: Sustainability and Agricultural Economy)". In Forthcoming, En IX Congreso Internacional "Tecnología, Universidad y Sociedad". Samborondón, Ecuador, 2021.

Recibido: 15 de octubre de 2024. Aceptada: 10 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Teoría de grados extendidos. Una expansión de la teoría neutrosófica a través del análisis multidimensional en sistemas complejos

Extended degree theory. An expansion of neutrosophic theory through multidimensional analysis in complex systems

Yismandry González Vargas[1], and Diana Padrón Carrasco[2]

[1]Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Ecuador; yismandrygonzalezvargas@gmail.com
[2]Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Ecuador; padroncarrascodiana@gmail.com

Resumen. El presente artículo explora la expansión de la teoría neutrosófica tradicional a través de la introducción de nuevos grados multidimensionales, enriqueciendo así el análisis neutrosófico clásico. Partiendo de los conocidos grados de verdad, falsedad e indeterminación, se presentan los innovadores grados de relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia, cada uno formalizado como un par de conjuntos que abarcan tanto el grado en sí mismo como su complemento. Este enfoque permite una evaluación más rica y detallada de fenómenos complejos, abriendo nuevas posibilidades para aplicaciones prácticas en el análisis multicriterio, el modelado de sistemas complejos, la resolución de conflictos y la evaluación temporal. Cada uno de estos grados adicionales aporta una dimensión única al análisis, proporcionando herramientas poderosas para abordar problemas complejos con una mayor precisión y profundidad. Por ejemplo, el grado de relevancia evalúa la significancia contextual de un hecho, mientras que el grado de confianza mide la certeza en la veracidad de la información. El grado de consenso es crucial en la evaluación de acuerdos entre múltiples fuentes, y el grado de complejidad resulta esencial en el estudio de problemas intrínsecamente complicados. La inclusión de estos grados no solo enriquece la teoría neutrosófica, sino que también ofrece una visión multifacética de la realidad, mejorando la capacidad de resolver problemas en diversos campos de estudio.

Palabras Clave: Teoría Neutrosófica, Grados, Relevancia, Confianza, Consenso, Complejidad, Influencia, Ambigüedad, Persistencia.

Abstract. This paper explores the expansion of traditional neutrosophical theory through the introduction of new multidimensional degrees, thus enriching classical neutrosophical analysis. Departing from the familiar degrees of truth, falsity, and indeterminacy, the innovative degrees of relevance, confidence, consensus, complexity, influence, ambiguity, and persistence are presented, each formalized as a pair of sets encompassing both the degree itself and its complement. This approach enables richer and more detailed evaluation of complex phenomena, opening up new possibilities for practical applications in multi-criteria analysis, complex systems modeling, conflict resolution, and temporal evaluation. Each of these additional degrees brings a unique dimension to the analysis, providing powerful tools for tackling complex problems with greater precision and depth. For example, the degree of relevance assesses the contextual significance of a fact, while the degree of confidence measures the certainty in the veracity of the information. The degree of consensus is crucial in the evaluation of agreements among multiple sources, and the degree of complexity is essential in the study of intrinsically complicated problems. The inclusion of these degrees not only enriches neutrosophical theory, but also offers a multifaceted view of reality, improving the ability to solve problems in a variety of situations.

Keywords: Neutrosophic Theory, Degrees, Relevance, Trust, Consensus, Complexity, Influence, Ambiguity, Persistence.

1. Introducción

La teoría neutrosófica, originalmente formulada para superar las limitaciones de la lógica clásica y difusa, ha demostrado ser una herramienta potente para abordar problemas con datos imprecisos, inconsistentes e incompletos. En su forma tradicional, la teoría neutrosófica se centra en tres grados fundamentales: verdad, falsedad e indeterminación. Sin embargo, el creciente nivel de complejidad en los sistemas modernos y la necesidad de una mayor precisión en el análisis han motivado la expansión de esta teoría mediante la introducción de grados adicionales, que permiten un enfoque más rico y multidimensional. En este artículo, presentamos la teoría de grados extendidos como una extensión de la neutrosofía [1]. Al añadir grados de relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia, no solo se amplía el ámbito de aplicación de la teoría neutrosófica, sino que también se mejora su capacidad para modelar y resolver problemas complejos en diversos campos. Cada uno de estos grados se formaliza en términos de pares de conjuntos, uno que representa el grado en cuestión y otro su complemento, proporcionando una base matemática robusta para su implementación [2].

El grado de relevancia (R) se introduce para evaluar la significancia contextual de un hecho o dato dentro de un sistema específico. Este grado es crucial en escenarios donde la importancia relativa de los datos puede variar enormemente dependiendo del contexto. Por otro lado, el grado de confianza (C) mide la certeza o la veracidad de una información, un aspecto fundamental en cualquier análisis donde la precisión de los datos sea vital. Ambos grados, relevancia y confianza, ofrecen una perspectiva más detallada y precisa del fenómeno estudiado. El grado de consenso (S) se añade para cuantificar el nivel de acuerdo entre diferentes fuentes de información [3]. En entornos donde múltiples actores o sistemas están involucrados, como en las ciencias sociales o en la toma de decisiones empresariales, el consenso es un indicador clave de la validez de los datos. De manera similar, el grado de complejidad (X) evalúa la dificultad intrínseca de un problema, proporcionando una medida esencial para el análisis y la gestión de sistemas complicados.

El impacto potencial de un hecho o decisión en un sistema se mide mediante el grado de influencia (L). Este grado es especialmente útil en el análisis de redes y sistemas dinámicos donde las interacciones entre los componentes pueden tener efectos significativos [4]. La ambigüedad (M), otro grado introducido en esta expansión, cuantifica el nivel de incertidumbre o ambigüedad en una afirmación, permitiendo una evaluación más matizada de los datos imprecisos. Además, el grado de persistencia (P) se utiliza para medir la estabilidad o durabilidad de un hecho a lo largo del tiempo. Este grado es particularmente relevante en estudios longitudinales y en la evaluación de fenómenos temporales. Al formalizar estos grados adicionales como pares de conjuntos, se mantiene la consistencia matemática y se facilita su integración en la teoría neutrosófica existente [5]. La inclusión de estos grados extendidos no solo enriquece el análisis neutrosófico, sino que también abre nuevas vías para aplicaciones prácticas. Desde el análisis multicriterio hasta el modelado de sistemas complejos, la resolución de conflictos y la evaluación temporal, estos grados adicionales proporcionan una herramienta poderosa para abordar problemas con una mayor precisión y profundidad.

La teoría de grados extendidos pretende representar una extensión en la neutrosofía, tratando de ofrecer una visión más completa y multifacética de la realidad Al mejorar la capacidad de modelar fenómenos complejos y proporcionar una base más sólida para el análisis de datos, esta expansión tiene el potencial de transformar significativamente la forma en que abordamos y resolvemos problemas en diversos campos.

2. Related Words

2.1 Teoría De Grados Extendidos. Necesidad De Una Expansión

La teoría neutrosófica, formulada por Florentin Smarandache, ha aportado una perspectiva novedosa al campo de la lógica al introducir una tercera dimensión, la indeterminación, a los tradicionales valores de verdad y falsedad . Esta teoría se fundamenta en la idea de que los datos y las proposiciones no siempre se ajustan a un esquema binario, sino que pueden presentar grados variables de verdad y falsedad. A pesar de sus avances, la teoría neutrosófica clásica enfrenta limitaciones notables cuando se aplica a problemas complejos y multifacéticos en contextos modernos [6]. La necesidad de extender esta teoría se hace evidente cuando se considera la creciente complejidad de los sistemas y la naturaleza intrínsecamente incierta de la información en diversas áreas del conocimiento. La teoría neutrosófica clásica proporciona una base sólida para el análisis de proposiciones que tienen una combinación de verdad, falsedad e indeterminación. Sin embargo, en escenarios donde la información se presenta con múltiples dimensiones y niveles de influencia, la simple triada de valores puede resultar insuficiente. Por ejemplo, en la gestión de emergencias, como la respuesta a desastres naturales, se necesita un enfoque que no solo contemple la verdad y la falsedad de los datos, sino que también evalúe su relevancia, consenso, confianza y impacto. Aquí es donde la teoría neutrosófica extendida ofrece un marco robusto.

La expansión de la teoría neutrosófica clásica con grados adicionales, como relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia, permite una representación más rica y precisa de la realidad

Estos grados adicionales abordan aspectos que son cruciales para una evaluación integral y multidimensional [7] . Por ejemplo, en el análisis de información proveniente de múltiples fuentes durante una crisis, la capacidad de medir el grado de consenso y la confianza en cada fuente se convierte en una herramienta esencial para la toma de decisiones. Uno de los mayores desafíos de la teoría neutrosófica clásica es manejar la información ambigua y contradictoria en un contexto donde se requieren decisiones rápidas. Los grados extendidos permiten a los analistas no solo identificar la verdad o falsedad de una afirmación, sino también entender su relevancia en el contexto general, su impacto potencial, y la estabilidad de la situación a lo largo del tiempo. Este enfoque proporciona una base más sólida para la toma de decisiones en entornos altamente dinámicos y cambiantes.

La necesidad de esta extensión también se manifiesta en el campo de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Los sistemas modernos deben procesar grandes volúmenes de datos imprecisos y a menudo contradictorios. La teoría neutrosófica extendida puede mejorar la capacidad de estos sistemas para manejar la incertidumbre y adaptarse a cambios, proporcionando una estructura más detallada para el análisis de datos y la inferencia . La inclusión de grados adicionales facilita la integración de información de diferentes fuentes y mejora la precisión de los modelos predictivos. En el ámbito científico, la teoría neutrosófica extendida ofrece un marco para el análisis de datos experimentales que a menudo presentan incertidumbres y variaciones. Los grados adicionales permiten una evaluación más matizada de los resultados experimentales y su impacto potencial en la teoría existente. Por ejemplo, en la investigación médica, donde los datos pueden ser incompletos o contradictorios, la capacidad de medir la confianza y el consenso entre diferentes estudios puede influir significativamente en la interpretación de los resultados.

La teoría neutrosófica clásica también enfrenta limitaciones en la modelización de sistemas complejos. La inclusión de grados como complejidad e influencia permite una representación más precisa de las interacciones y dependencias dentro de un sistema. Esto es crucial en campos como la ingeniería de sistemas y la gestión de proyectos, donde entender la complejidad y el impacto de cada componente es vital para el éxito del sistema en su totalidad. Un aspecto crucial de la teoría neutrosófica extendida es su capacidad para evaluar la persistencia y la ambigüedad a lo largo del tiempo. Esto permite una mejor gestión de la evolución de la información y de las situaciones a medida que se desarrollan. En el análisis de tendencias y la planificación a largo plazo, la capacidad de considerar cómo la información puede cambiar y cómo las decisiones pueden tener efectos prolongados es esencial para la formulación de estrategias efectivas. En conclusión, la necesidad de una extensión de la teoría neutrosófica clásica se vuelve evidente al enfrentar los desafíos de la información compleja y multidimensional en diversos campos. La incorporación de grados adicionales como relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia proporciona una herramienta más completa para el análisis y la toma de decisiones Este enfoque extendido no solo mejora la capacidad de manejar la incertidumbre y la contradicción, sino que también permite una representación más precisa y detallada de la realidad.

La teoría neutrosófica clásica, aunque innovadora en su momento, enfrenta limitaciones cuando se aplica a problemas complejos y dinámicos. Su estructura tríadica, centrada en los grados de verdad, falsedad e indeterminación, ofrece una base sólida pero insuficiente para el análisis de fenómenos multifacéticos que requieren una evaluación más detallada y matizada. La extensión de la teoría neutrosófica se vuelve esencial para abordar estas limitaciones y proporcionar un marco más adecuado para la interpretación de la información en contextos modernos. La incorporación de grados adicionales como relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia permite una evaluación más rica y completa de las proposiciones y los datos. Estos grados no solo mejoran la capacidad de manejar la incertidumbre, sino que también facilitan una mejor comprensión de la relevancia contextual, la fiabilidad de las fuentes y el impacto potencial de las decisiones. En el contexto de la gestión de emergencias y la inteligencia artificial, esta extensión ofrece una herramienta valiosa para el análisis y la toma de decisiones en entornos complejos.

El desafío de la teoría neutrosófica clásica en la gestión de información ambigua y contradictoria es abordado de manera efectiva por la teoría extendida. Al permitir una representación más detallada y multidimensional de la realidad, la teoría de grados extendidos supera las limitaciones de la triada clásica y proporciona un enfoque más robusto para la toma de decisiones rápidas y fundamentadas. La capacidad de evaluar el consenso y la confianza entre diferentes fuentes es particularmente crucial en situaciones donde la información es incierta y la toma de decisiones es crítica. En el campo de la inteligencia artificial, la teoría neutrosófica extendida ofrece una ventaja significativa al mejorar la capacidad de los sistemas para procesar y analizar datos imprecisos. La estructura más detallada facilita la integración de información de múltiples fuentes y mejora la precisión de los modelos predictivos, lo que es fundamental para el desarrollo de sistemas de aprendizaje automático más eficientes y adaptativos . Este avance tiene el potencial de transformar la forma en que los sistemas inteligentes manejan la incertidumbre y la variabilidad en los datos. En la investigación científica, la teoría extendida proporciona una herramienta valiosa para el análisis de datos experimentales que presentan incertidumbres y variaciones. La capacidad de medir la confianza y el consenso entre diferentes estudios permite una interpretación más precisa de los resultados y

facilita la integración de datos diversos en la formulación de teorías. Esto es esencial en campos como la medicina y la biología, donde la información incompleta o contradictoria es común.

La modelización de sistemas complejos también se beneficia de la teoría neutrosófica extendida. Al incluir grados como complejidad e influencia, esta teoría permite una representación más precisa de las interacciones y dependencias dentro de un sistema. Este enfoque es crucial para el éxito de la ingeniería de sistemas y la gestión de proyectos, donde comprender la complejidad y el impacto de cada componente es esencial para el rendimiento general del sistema. La capacidad de evaluar la persistencia y la ambigüedad a lo largo del tiempo es otro aspecto valioso de la teoría extendida. En el análisis de tendencias y la planificación a largo plazo, considerar cómo la información puede cambiar y cómo las decisiones pueden tener efectos prolongados permite una formulación de estrategias más efectiva y sostenible. Este aspecto es esencial para la toma de decisiones en contextos de evolución continua y cambio constante.

2.2. Introducción a la Teoría de Grados Extendidos.

La teoría de grados extendidos incorpora diversos grados adicionales, incluyendo relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia. Cada uno de estos grados permite una evaluación más detallada de las proposiciones y datos, proporcionando una visión más completa de la realidad que la ofrecida por la teoría neutrosófica clásica. Esta capacidad para manejar múltiples dimensiones de la información es especialmente útil en escenarios donde los problemas son intrínsecamente complejos y multifacéticos, como en la gestión de emergencias, el análisis de datos científicos y la inteligencia artificial.

Relevancia

El **grado de relevancia** evalúa la importancia o significancia de un hecho o afirmación dentro de un contexto específico. En un entorno donde la información puede ser extensa y variada, determinar qué datos son más pertinentes para una situación particular es esencial para una toma de decisiones efectiva. Por ejemplo, en una situación de crisis, la capacidad para distinguir entre información crítica y datos secundarios puede marcar la diferencia entre una respuesta exitosa y un fracaso.

Confianza

El **grado de confianza** mide la certeza en la veracidad de una información. Este grado es crucial cuando se maneja información proveniente de múltiples fuentes con diferentes niveles de fiabilidad. La evaluación de la confianza permite a los analistas ponderar las fuentes de información y tomar decisiones basadas en datos más robustos y confiables. En el campo de la investigación, esto significa integrar estudios con diferentes niveles de evidencia y evaluar cuál es más fiable para formular conclusiones.

Consenso

El **grado de consenso** mide el nivel de acuerdo entre diferentes fuentes sobre una afirmación o hecho. En situaciones donde la información proviene de varias fuentes, entender el grado de consenso puede ayudar a evaluar la validez de la información y reducir la incertidumbre. Por ejemplo, en el análisis de tendencias económicas, un alto grado de consenso entre economistas puede ofrecer una visión más sólida sobre las previsiones futuras.

Complejidad

El **grado de complejidad** evalúa la dificultad intrínseca de un problema o situación. Este grado es importante en la modelización de sistemas complejos, donde las interacciones entre componentes pueden ser difíciles de desentrañar. Al evaluar la complejidad, se puede ajustar el enfoque y los recursos necesarios para abordar problemas de manera más efectiva. En la ingeniería de sistemas, por ejemplo, entender la complejidad de las interacciones entre los diferentes componentes del sistema es crucial para su diseño y funcionamiento.

Influencia

El **grado de influencia** mide el impacto potencial de un hecho o decisión en el sistema en cuestión. Evaluar la influencia es fundamental para la planificación y la toma de decisiones estratégicas, ya que permite anticipar las

consecuencias de diferentes acciones. En la gestión de proyectos, comprender la influencia de cada decisión en el resultado final ayuda a priorizar tareas y asignar recursos de manera más efectiva.

Ambigüedad

El **grado de ambigüedad** mide la incertidumbre inherente en una afirmación o dato. La ambigüedad puede surgir debido a la falta de información o a la naturaleza vagamente definida de ciertos conceptos. Evaluar la ambigüedad permite ajustar las estrategias de análisis y mitigación de riesgos. En la comunicación científica, por ejemplo, entender y gestionar la ambigüedad en los resultados experimentales es esencial para una interpretación precisa y útil.

Persistencia

El **grado de persistencia** mide la estabilidad o permanencia de un hecho a lo largo del tiempo. Este grado es útil para evaluar cómo las condiciones pueden cambiar y qué impacto tiene esto en la toma de decisiones a largo plazo. En el análisis de políticas públicas, por ejemplo, entender la persistencia de ciertos efectos o condiciones ayuda a formular estrategias sostenibles y efectivas a lo largo del tiempo.

La teoría de grados extendidos proporciona un marco más completo para el análisis de situaciones y datos complejos al incorporar múltiples dimensiones adicionales. Esta expansión ofrece varias ventajas. La capacidad de evaluar grados adicionales permite una comprensión más matizada de la realidad y una toma de decisiones más informada en contextos donde la información es incierta y multifacética. En términos prácticos, la teoría de grados extendidos mejora la capacidad de integrar y analizar datos provenientes de diversas fuentes. La evaluación de la relevancia, confianza y consenso proporciona una base sólida para priorizar y validar la información, mientras que la consideración de complejidad e influencia ayuda a entender las implicaciones de las decisiones. La gestión de la ambigüedad y la persistencia permite adaptar las estrategias a medida que evolucionan las circunstancias y la información disponible. La aplicación de esta teoría en campos como la gestión de emergencias, la investigación científica y la inteligencia artificial demuestra su utilidad y versatilidad. En la gestión de emergencias, por ejemplo, la capacidad de evaluar la relevancia y la confianza en la información puede mejorar la respuesta y la coordinación . En la investigación científica, la integración de grados como ambigüedad y persistencia ayuda a interpretar resultados y a desarrollar teorías más robustas. En la inteligencia artificial, los grados extendidos facilitan la integración de datos y la mejora de modelos predictivos.

Incorporar estos grados adicionales podría proporcionar una herramienta aún más poderosa para analizar y resolver problemas complejos, ofreciendo una visión más rica y multidimensional de la realidad.

1. **Grado de Relevancia (R):**
   - R(A): El grado en que un conjunto A es relevante en el contexto dado.
   - R^{-}(A): El grado en que un conjunto A no es relevante.
2. **Grado de Confianza (C):**
   - C(A): El grado de confianza en la veracidad del conjunto A.
   - C^{-}(A): El grado de desconfianza en el conjunto A.
3. **Grado de Consenso (S):**
   - S(A): El grado de consenso sobre el conjunto A entre diferentes fuentes.
   - S^{-}(A): El grado de disenso o desacuerdo sobre el conjunto A.
4. **Grado de Complejidad (X):**
   - X(A): El grado de complejidad del conjunto A.
   - X^{-}(A): El grado de simplicidad del conjunto A.
5. **Grado de Influencia (L):**
   - L(A): El grado de influencia del conjunto A en el sistema.
   - L^{-}(A): El grado de no influencia del conjunto A.
6. **Grado de Ambigüedad (M):**
   - M(A): El grado de ambigüedad del conjunto A.
   - M^{-}(A): El grado de claridad del conjunto A.

7. **Grado de Persistencia (P):**
   - P(A): El grado de persistencia del conjunto A a lo largo del tiempo.
   - P^{-}(A): El grado de transitoriedad del conjunto A.

Formalización

Cada uno de estos grados puede ser representado por un par de conjuntos, donde el primer elemento representa el grado en sí y el segundo elemento su complemento. O interacciones entre ellos.

2.3. Relación con los Campos de la Neutrosofía.

La teoría de grados extendidos propuesta amplía el enfoque neutrosófico tradicional, permitiendo una mayor profundidad y matices en el análisis de problemas complejos. A continuación, se presenta cómo se relacionan estos nuevos grados con los diferentes campos de la neutrosofía y cómo se integran en ella a partir de sus componentes fundamentales: verdad (T), falsedad (F) e indeterminación (I).

1. **Lógica Neutrosófica**:
   - **Grado de Relevancia (R)**:
     - En la lógica neutrosófica, el grado de relevancia puede ser utilizado para priorizar afirmaciones y reglas según su importancia en un contexto dado. Esto permite un enfoque más dirigido y eficiente en la resolución de problemas lógicos.
   - **Grado de Confianza (C)**:
     - Este grado puede ayudar a evaluar la fiabilidad de las premisas y conclusiones dentro de un sistema lógico, tomando en cuenta la certeza y la metodología subyacente.
2. **Conjuntos Neutrosóficos**:
   - **Grado de Consenso (S)**:
     - En el contexto de conjuntos neutrosóficos, el grado de consenso puede medir el acuerdo entre diferentes conjuntos de datos o expertos, lo cual es útil para la validación y verificación de modelos.
   - **Grado de Complejidad (X)**:
     - Este grado ayuda a identificar y manejar la complejidad intrínseca de los conjuntos, facilitando la creación de modelos más precisos y detallados.
3. **Probabilidad Neutrosófica**:
   - **Grado de Influencia (L)**:
     - En la probabilidad neutrosófica, este grado puede evaluar el impacto de eventos y decisiones en el sistema probabilístico, mejorando la precisión en la predicción y análisis de riesgos.
   - **Grado de Ambigüedad (M)**:
     - Este grado es crucial para manejar la ambigüedad en la probabilidad, ayudando a cuantificar la incertidumbre y las posibles variaciones en las interpretaciones de datos probabilísticos.
4. **Estadística Neutrosófica**:
   - **Grado de Persistencia (P)**:
     - En la estadística neutrosófica, el grado de persistencia evalúa la estabilidad temporal de los datos, ayudando a diferenciar entre tendencias transitorias y permanentes en los análisis estadísticos.
     - Integración de los Componentes de la Teoría Neutrosófica

Componentes Fundamentales:

- **Verdad (T)**
- **Falsedad (F)**
- **Indeterminación (I)**

Integración de Nuevos Grados:

1. **Verdad (T)**:

    - **Relevancia (R)**: La verdad de una afirmación puede ponderarse según su relevancia en el contexto específico, aumentando la precisión del análisis.
    - **Confianza (C)**: La certeza de una verdad puede evaluarse en función del grado de confianza en la fuente o metodología que la respalda.

2. **Falsedad (F)**:

    - **Ambigüedad (M)**: La falsedad puede matizarse con el grado de ambigüedad, permitiendo identificar áreas donde la falsedad no es absoluta sino sujeta a interpretaciones.
    - **Complejidad (X)**: La complejidad puede influir en la identificación de la falsedad, considerando múltiples variables y sus interrelaciones.

3. **Indeterminación (I)**:
    - **Consenso (S)**: La indeterminación puede reducirse o gestionarse mediante el grado de consenso, alineando opiniones y datos divergentes.
    - **Persistencia (P)**: La indeterminación también puede evaluarse en términos de persistencia, diferenciando entre situaciones transitorias e indeterminaciones más estables.

Aplicaciones Prácticas:

1. **Análisis Multicriterio**:
    - Utilizando los grados extendidos, se pueden evaluar alternativas en la toma de decisiones considerando múltiples dimensiones (relevancia, confianza, consenso, etc.).

2. **Modelado de Sistemas Complejos**:
    - Los grados de complejidad e influencia permiten modelar y analizar sistemas multifactoriales, mejorando la comprensión de sus dinámicas y comportamientos.

3. **Resolución de Conflictos**:
    - El grado de consenso y ambigüedad son útiles para manejar y resolver conflictos, evaluando el acuerdo entre partes interesadas y la claridad de las afirmaciones.

4. **Evaluación Temporal**:
    - La persistencia y relevancia permiten analizar cómo factores y datos cambian a lo largo del tiempo, ayudando a identificar tendencias y patrones duraderos.

Ejemplo Práctico de Integración:

Supongamos que estamos analizando la viabilidad de una política pública utilizando datos de diversos estudios y opiniones de expertos.

- **Relevancia (R)**: Prioriza estudios recientes y relevantes.
- **Confianza (C)**: Considera la fiabilidad de las fuentes.
- **Consenso (S)**: Evalúa el acuerdo entre expertos.
- **Complejidad (X)**: Maneja la complejidad del análisis multifactorial.
- **Influencia (L)**: Mide el impacto potencial de la política.
- **Ambigüedad (M)**: Identifica áreas de interpretación variada.
- **Persistencia (P)**: Evalúa la estabilidad de los datos a lo largo del tiempo.

Este enfoque proporciona una visión más completa y robusta, permitiendo tomar decisiones informadas y efectivas basadas en un análisis multidimensional y detallado.

3. Modo de vinculación con los métodos clásicos neutrosóficos (Método Multicriterio Neutrosófico).

Identificación del Problema:

- Determinar claramente el problema o la decisión que necesita ser tomada.

Selección de Criterios:

- Definir los criterios relevantes para evaluar las alternativas. Estos criterios pueden incluir grados de verdad, falsedad, indeterminación, relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia.

2. Recopilación de Datos y Evaluación de Alternativas

Recopilación de Datos:

- Recopilar datos y opiniones de expertos para cada criterio definido.

Evaluación de Alternativas:

- Evaluar cada alternativa en función de los criterios seleccionados, utilizando los grados neutrosóficos y extendidos.

3. Asignación de Grados Neutrosóficos y Extendidos

Asignación de Grados:

- Asignar a cada alternativa grados de verdad (T), falsedad (F) e indeterminación (I) para cada criterio.
- Asignar grados extendidos como relevancia (R), confianza (C), consenso (S), complejidad (X), influencia (L), ambigüedad (M) y persistencia (P).

Representación Formal:

- Representar estos grados en pares conjuntos:
- (Ti, T¯i)
- (Fi, F¯i)
- (Ii, I¯i)
- (Ri, R¯i)
- (Ci, C¯i)
- (Si, S¯i)
- (Xi, X¯i)
- (Li, L¯i)
- (Mi, M¯i)
- (Pi, P¯i)

4. Agregación de los Grados

Agregación de Grados Neutrosóficos:

- Utilizar técnicas de agregación neutrosófica para combinar los grados de verdad, falsedad e indeterminación de cada criterio.

Agregación de Grados Extendidos:

- Utilizar técnicas de agregación adecuadas para combinar los grados extendidos. Por ejemplo, se puede utilizar la suma ponderada, la media geométrica o técnicas de agregación fuzzy.

5. Evaluación y Comparación de Alternativas

Cálculo del Valor Global:

- Calcular un valor global neutrosófico para cada alternativa, combinando los grados de verdad, falsedad e indeterminación agregados con los grados extendidos.

Comparación de Alternativas:

- Comparar los valores globales neutrosóficos de las diferentes alternativas para identificar la más adecuada.

6. Toma de Decisiones

Selección de la Mejor Alternativa:

- Basándose en los valores globales neutrosóficos y extendidos, seleccionar la alternativa que maximice los grados positivos (verdad, relevancia, confianza, consenso, influencia, persistencia) y minimice los grados negativos (falsedad, complejidad, ambigüedad).

Validación y Sensibilidad:

- Realizar un análisis de sensibilidad para verificar la robustez de la decisión ante cambios en los pesos de los criterios o en los valores de los grados.

4.1. Como Obtener Los Valores De Los Grados Extendidos.

Obtener los valores de los grados extendidos y aplicarlos en un contexto neutrosófico implica el uso de métodos avanzados de evaluación y análisis. A continuación, se explica un proceso general para obtener estos valores:

Paso 1: Definir los Criterios y Subcriterios

Primero, defina claramente los criterios y subcriterios que serán evaluados. Por ejemplo, si está evaluando proveedores, podría tener criterios como Calidad del producto, Costo, Tiempo de entrega, Servicio postventa, y Flexibilidad.

Paso 2: Recolectar Datos de Evaluación

Recolecte datos de evaluación para cada criterio y subcriterio. Estos datos pueden ser obtenidos a través de encuestas, entrevistas, registros históricos, o cualquier otra fuente relevante.

Paso 3: Normalizar los Datos

Para facilitar la comparación y el cálculo, normalice los datos obtenidos. Esto puede implicar la conversión de todas las métricas a una escala común (por ejemplo, de 0 a 1).

Paso 4: Aplicar Métodos de Evaluación Extendida

Utilice métodos de evaluación extendida para obtener los grados extendidos. Esto puede incluir técnicas estadísticas avanzadas, métodos de inteligencia artificial, o análisis basado en la experiencia. Aquí hay algunas técnicas que se pueden usar:

1. Análisis de Componentes Principales (PCA): Se utiliza para reducir la dimensionalidad y obtener factores principales que pueden servir como grados extendidos.
2. Métodos de Agrupamiento (Clustering): Se puede usar para identificar patrones y asignar grados extendidos basados en grupos identificados.
3. Métodos de Regresión: Pueden ayudar a identificar relaciones entre variables y asignar grados extendidos basados en estas relaciones.
4. Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA): Herramientas como AHP (Analytic Hierarchy Process) o TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) pueden ser usadas para evaluar y asignar grados extendidos.

4.2. Ejemplo Concreto De Aplicación.

Para integrar la teoría de grados extendidos con los grados clásicos en el método neutrosófico multicriterio, sumaremos los valores de verdad clásicos (T) con los grados extendidos para proporcionar una evaluación completa [9].

Para ilustrar el uso del método neutrosófico multicriterio, consideremos un ejemplo en el contexto de la selección de un proveedor para una empresa. Supongamos que la empresa está evaluando tres proveedores (A, B y C) basándose en varios criterios importantes. Los criterios considerados son:

Paso 1: Definir las Matrices de Decisión Neutrosóficas Extendidas

Proveedor A

Criterio	T	I	F	R	C	S	X	L	M	P
Calidad del producto	0.8	0.1	0.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.85	0.5	0.75
Costo	0.6	0.2	0.2	0.8	0.7	0.6	0.5	0.75	0.6	0.65
Tiempo de entrega	0.7	0.2	0.1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.8	0.4	0.7

Criterio	T	I	F	R	C	S	X	L	M	P
Servicio postventa	0.9	0.05	0.05	0.95	0.85	0.75	0.65	0.9	0.5	0.8
Flexibilidad	0.5	0.3	0.2	0.7	0.6	0.5	0.4	0.65	0.6	0.6

Proveedor B

Criterio	T	I	F	R	C	S	X	L	M	P
Calidad del producto	0.7	0.2	0.1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.8	0.5	0.7
Costo	0.8	0.1	0.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.85	0.4	0.75
Tiempo de entrega	0.6	0.3	0.1	0.75	0.65	0.55	0.45	0.7	0.6	0.6
Servicio postventa	0.7	0.2	0.1	0.8	0.7	0.6	0.5	0.75	0.45	0.7
Flexibilidad	0.6	0.3	0.1	0.7	0.6	0.5	0.4	0.65	0.55	0.65

Proveedor C

Criterio	T	I	F	R	C	S	X	L	M	P
Calidad del producto	0.9	0.05	0.05	0.95	0.9	0.8	0.7	0.9	0.4	0.85
Costo	0.7	0.2	0.1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.8	0.5	0.7
Tiempo de entrega	0.8	0.1	0.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.85	0.45	0.75
Servicio postventa	0.8	0.1	0.1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.8	0.5	0.7
Flexibilidad	0.7	0.2	0.1	0.75	0.65	0.55	0.45	0.7	0.55	0.65

Paso 2: Evaluar los Criterios y Asignar Pesos

Asignamos pesos a cada criterio según su importancia relativa:

- WC1: Calidad del producto = 0.3
- WC2: Costo = 0.25
- WC3: Tiempo de entrega = 0.2
- WC4: Servicio postventa = 0.15
- WC5: Flexibilidad = 0.1

Paso 3: Calcular las Puntuaciones Neutrosóficas Extendidas

Para cada criterio y proveedor, sumamos el valor neutrosófico clásico (T) con la media aritmética de los grados extendidos (R, C, S, X, L, M, P) y calculamos la puntuación agregada.

Fórmula General

$$Vext = \mathrm{T} + \frac{\mathrm{R(A)+C(A)+S(A)+X(A)+L(A)+M(A)+P(A)}}{7} \qquad (1)$$

Utilizar técnicas de agregación adecuadas para combinar los grados extendidos. Por ejemplo, se puede utilizar la suma ponderada, la media geométrica o técnicas de agregación fuzzy.

Cálculos para el Proveedor A

1. Calidad del producto $\mathrm{Vext(CalidadA)} = 0.8 + \frac{0.9+0.8+0.7+0.6+0.85+0.5+0.75}{7} = 1.5286$

2. Costo $\mathrm{Vext(CostoA)} = 0.6 + \frac{0.8+0.7+0.6+0.5+0.75+0.6+0.65}{7} = 1.2571$

3. Tiempo de entrega $\text{Vext}(\text{TiempoA}) = 0.7 + \frac{0.85+0.75+0.65+0.55+0.8+0.4+0.7}{7} = 1.3714$

4. Servicio postventa $\text{Vext}(\text{ServicioA}) = 0.9 + \frac{0.95+0.85+0.75+0.65+0.9+0.5+0.8}{7} = 1.6714$

5. Flexibilidad $\text{Vext}(\text{FlexibilidadA}) = 0.5 + \frac{0.7+0.6+0.5+0.4+0.65+0.6+0.6}{7} = 1.0857$

Puntuación Agregada para el Proveedor A

S(A)= (0.3·1.5286) +(0.25·1.2571) +(0.2·1.3714) +(0.15·1.6714) +(0.1·1.0857)

S(A)=0.4586+0.3143+0.2743+0.2507+0.1086

S (A)=1.4065

Utilizando las mismas formulas y procedimientos procedemos con los proveedores B y C:

Cálculos para el Proveedor B

1. Calidad del producto Vext (Calidad B) =1.3857
2. Costo Vext (Costo B) = 1.5143
3. Tiempo de entrega Vext (Tiempo B) = 1.2143
4. Servicio postventa Vext (Servicio B) = 1.3429
5. Flexibilidad Vext (Flexibilidad B) = 1.1857

Puntuación Agregada para el Proveedor B
S(B)=(0.3·1.3857)+(0.25·1.5143)+(0.2·1.2143)+(0.15·1.3429)+(0.1·1.1857)
S(B) = 0.4157 + 0.3786 + 0.2429 + 0.2014 + 0.1186
S(B)=1.3572

Cálculos para el Proveedor C

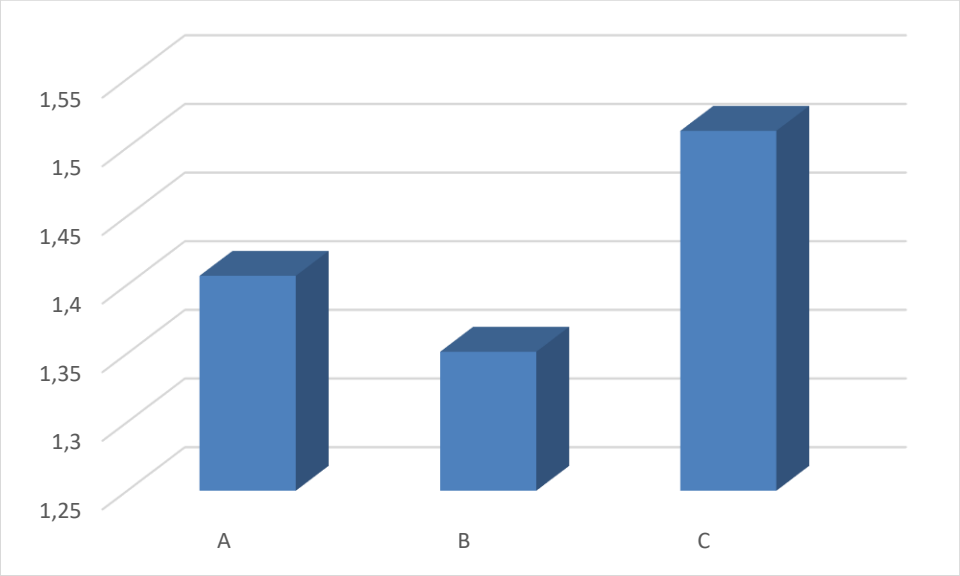
1. Calidad del producto Vext (Calidad C) = 1.6857
2. Costo Vext (Costo C) = 1.3857
3. Tiempo de entrega Vext (Tiempo C) = 1.5286
4. Servicio postventa Vext (Servicio C) = 1.4857
5. Flexibilidad Vext (Flexibilidad C) = 1.3143

Puntuación Agregada para el Proveedor C
S(C)=(0.3·1.6857)+(0.25·1.3857)+(0.2·1.5286)+(0.15·1.4857)+(0.1·1.3143)
S(C) = 0.5057 + 0.3464 + 0.3057 + 0.2229 + 0.1314
S(C) =1.5121

Paso 4: Interpretación de Resultados

Los resultados indican la puntuación neutrosófica extendida agregada de cada proveedor, considerando tanto los grados clásicos como los grados extendidos:

- Proveedor A: 1.4065
- Proveedor B: 1.3572
- Proveedor C: 1.5121



5. Algunas Aplicaciones en Diferentes Campos Científicos.

1. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático

- Evaluación de Modelos: Usar grados de confianza y relevancia para evaluar y seleccionar modelos de aprendizaje automático, considerando no solo su precisión, sino también su aplicabilidad y fiabilidad.
- Interpretabilidad de Modelos: Aplicar grados de complejidad y ambigüedad para mejorar la interpretabilidad de los modelos, identificando cuáles son más comprensibles y menos propensos a comportamientos inesperados.

2. Medicina y Ciencias de la Salud

- Diagnóstico Médico: Integrar grados de relevancia, confianza y consenso para mejorar la precisión de diagnósticos, considerando la relevancia de síntomas y la confianza en diferentes pruebas diagnósticas.
- Tratamientos Personalizados: Usar grados de influencia y persistencia para diseñar tratamientos personalizados, evaluando el impacto y la durabilidad de diferentes opciones terapéuticas.

3. Economía y Ciencias Sociales

- Análisis de Políticas: Utilizar grados de relevancia y consenso para evaluar políticas públicas, considerando la importancia de diferentes factores y el nivel de acuerdo entre expertos.
- Predicción Económica: Aplicar grados de complejidad y ambigüedad para mejorar modelos de predicción económica, identificando variables críticas y gestionando la incertidumbre en los datos económicos.

4. Ingeniería y Ciencias Aplicadas

- Diseño de Sistemas Complejos: Usar grados de complejidad e influencia para diseñar sistemas complejos, evaluando la interconexión de componentes y su impacto en el rendimiento del sistema.
- Gestión de Proyectos: Integrar grados de persistencia y relevancia para la gestión de proyectos, priorizando tareas y recursos según su relevancia a largo plazo y su impacto en el éxito del proyecto.

5. Ciencias Ambientales

- Evaluación de Impacto Ambiental: Utilizar grados de influencia y persistencia para evaluar el impacto de proyectos ambientales, considerando tanto el impacto inmediato como el a largo plazo.

- Gestión de Recursos Naturales: Aplicar grados de relevancia y complejidad para gestionar recursos naturales, evaluando la importancia de diferentes recursos y la interrelación entre ellos.

Interacciones entre Grados

1. Relevancia y Confianza

- Validación de Datos: En proyectos científicos, la relevancia de los datos se puede combinar con la confianza en su precisión para determinar qué datos deben ser priorizados en el análisis.
- Investigación Científica: En la investigación, se puede evaluar la relevancia de una hipótesis junto con la confianza en los métodos utilizados para probarla.

2. Complejidad y Ambigüedad

- Desarrollo de Algoritmos: En el desarrollo de algoritmos, se puede considerar la complejidad del algoritmo y la ambigüedad de los resultados para balancear rendimiento y claridad.
- Resolución de Problemas: En la resolución de problemas, un enfoque que considere tanto la complejidad del problema como la ambigüedad de la información disponible puede mejorar la calidad de las soluciones.

3. Consenso y Influencia

- Toma de Decisiones en Grupos: En decisiones grupales, combinar el grado de consenso con el grado de influencia de diferentes miembros puede ayudar a llegar a decisiones más equilibradas y efectivas.
- Políticas Públicas: En la formulación de políticas, se puede considerar el consenso entre expertos y la influencia de diferentes factores para diseñar políticas más efectivas y aceptadas.

4. Persistencia y Relevancia

- Planificación Estratégica: En la planificación estratégica, considerar la persistencia de tendencias y la relevancia de factores críticos puede mejorar la sostenibilidad de las estrategias.
- Conservación Ambiental: En la conservación ambiental, evaluar la persistencia de especies o hábitats y su relevancia ecológica puede ayudar a priorizar esfuerzos de conservación.
- Basándose en las puntuaciones agregadas, el Proveedor C es el mejor candidato con una puntuación de 1.5121, seguido por el Proveedor A con 1.4065 y el Proveedor B con 1.3572. Esto confirma que el Proveedor C tiene la mejor combinación de calidad del producto, costo, tiempo de entrega, servicio postventa y flexibilidad, considerando tanto los grados clásicos como los grados extendidos en la evaluación.

Este ejemplo demuestra cómo la integración de la teoría de grados extendidos con los grados clásicos en el método neutrosófico multicriterio puede proporcionar una evaluación más completa y precisa, manejando múltiples aspectos y dimensiones de los criterios evaluados.

Conclusión

En el contexto de la teoría de grados extendidos, se ha demostrado que la expansión de la teoría neutrosófica mediante un análisis multidimensional puede ofrecer perspectivas novedosas y enriquecedoras para la comprensión de sistemas complejos. La incorporación de dimensiones adicionales como relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia permite una evaluación más detallada y matizada de fenómenos que, de otro modo, podrían quedar encapsulados en interpretaciones reduccionistas. Esta ampliación teórica no solo afina la capacidad de modelar la incertidumbre y la imprecisión inherente a los sistemas complejos, sino que también abre nuevas vías para el desarrollo de metodologías analíticas y de toma de decisiones. El análisis multidimensional propuesto ofrece una ventaja significativa al considerar simultáneamente múltiples aspectos interrelacionados que afectan el comportamiento y la evolución de los sistemas estudiados. La introducción de estas dimensiones permite no solo un entendimiento más profundo de la estructura y dinámica de los sistemas complejos, sino también una mejor apreciación de cómo las interacciones entre las diversas dimensiones afectan el resultado

general. La capacidad de descomponer la complejidad en sus componentes fundamentales contribuye a una visión más clara y detallada de los fenómenos en cuestión, facilitando así la formulación de teorías más robustas y aplicables.

Una de las aportaciones cruciales de esta investigación radica en la incorporación de la dimensión de ambigüedad, que desafía las nociones tradicionales de certeza en el análisis de sistemas complejos. La ambigüedad, al ser considerada un factor integral en la evaluación, revela cómo la falta de precisión y la variabilidad en la interpretación de datos pueden influir de manera significativa en las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis. Este enfoque amplía la comprensión del papel de la incertidumbre en la modelización y gestión de sistemas complejos, subrayando la necesidad de estrategias adaptativas y flexibles. Además, la dimensión de persistencia aporta una perspectiva temporal que es crucial para la evaluación de la estabilidad y durabilidad de los sistemas complejos. La capacidad de examinar cómo las características y comportamientos del sistema evolucionan a lo largo del tiempo proporciona una base sólida para prever y gestionar posibles cambios y adaptaciones. Este enfoque dinámico permite una comprensión más completa de la resiliencia y la evolución de los sistemas, proporcionando a los investigadores y profesionales herramientas valiosas para la planificación y la toma de decisiones a largo plazo. El análisis de la influencia y el consenso dentro del marco de grados extendidos proporciona una visión integral de cómo las interacciones entre los componentes del sistema pueden moldear los resultados y las conclusiones. La consideración de estas dimensiones permite una evaluación más matizada de las dinámicas de poder y la cohesión entre los actores implicados, lo que es fundamental para una comprensión profunda de los procesos de toma de decisiones y la gestión de sistemas complejos. En términos de aplicabilidad práctica, la teoría de grados extendidos ofrece una metodología robusta para la evaluación y el análisis de sistemas complejos en una variedad de campos, desde la ingeniería hasta las ciencias sociales. La integración de múltiples dimensiones en el análisis permite una adaptación más efectiva a las condiciones cambiantes y a los desafíos emergentes, haciendo que esta teoría sea una herramienta valiosa para abordar problemas complejos y multifacéticos.

A medida que la investigación en esta área continúa avanzando, es esencial que se realicen estudios adicionales para explorar en profundidad las interacciones entre las dimensiones propuestas y su impacto en la modelización de sistemas complejos. La validación empírica y la aplicación práctica de los conceptos desarrollados serán cruciales para consolidar y expandir el alcance de la teoría de grados extendidos. En conclusión, la teoría de grados extendidos representa un avance significativo en la expansión y aplicación de la teoría neutrosófica. La capacidad de incorporar y analizar múltiples dimensiones en el estudio de sistemas complejos no solo mejora la precisión y la profundidad del análisis, sino que también proporciona un marco más flexible y adaptativo para abordar los desafíos contemporáneos en diversos campos de investigación y práctica. La continua evolución y refinamiento de esta teoría prometen enriquecer aún más nuestra comprensión de los sistemas complejos y su comportamiento

Referencias

[1] Smarandache, F. (2022). La estadística neutrosófica es una extensión de la estadística de intervalo, mientras que la estadística plitogénica es la forma más general de estadística (segunda versión). Revista Internacional de Ciencias Neutrosóficas (IJNS), 19, 148-165.

[2] Smarandache, F. (2022). La estadística neutrosófica es una extensión de la estadística de intervalo, mientras que la estadística plitogénica es la forma más general de estadística (tercera versión). Boletín de Ciencias Puras y Aplicadas-Matemáticas y Estadística, 41, 172-183.

[3] Smarandache, F. (2021). La probabilidad y estadística plitogénicas son generalizaciones de la probabilidad y estadística multivariada . Conjuntos y sistemas neutrosóficos, 4 3 , 2 80-2 89 .

[4] Smarandache, F. (2022). Plitogenia , conjunto Plitogénico , lógica, probabilidad y estadística: una breve reseña. Revista de Ingeniería Computacional y Cognitiva, 1, 47-50.

[5] Priyadharshini, SP e Irudayam , FN (2023). Un análisis de la obesidad en escolares durante la pandemia de COVID-19 utilizando conjuntos difusos Plitogénicos de valor único. Sistemas neutrosóficos con aplicaciones, 9, 24-28.

[6] Singh, PK (2021). Conjunto Plitogénico para análisis de datos multivariables. Revista Internacional de Ciencias Neutrosóficas, 1(2), 81-89.

[7] Singh, PK (2021). Análisis de datos oscuros utilizando gráficos Plitogénicos intuicionistas . Revista Internacional de Ciencias Neutrosóficas, 16(2), 80-100.

[8] Sánchez, FC, Blacio, JHA, Bracho, MGF, Santamaría, DRA y Casanova, RS (2021). Análisis estadístico neutrosófico y pPlitogénico en el desarrollo educativo. Conjuntos y sistemas neutrosóficos, 44, 223-234.

[9] Martín, N., Smarandache, F. y Broumi , S. (2021). Modelo de toma de decisiones Covid-19 mediante Plitogénico extendido Conjuntos hiperblandos con atributos dominantes duales. Revista internacional de ciencia neutrosófica, 13 (2), 75-86.

[10] Smarandache, F. (2023). Una descripción general del conjunto Plitogénico y las estructuras algebraicas

plitogénicas simbólicas . Revista de extensión y aplicaciones difusas, 4, 48-55.

[11] Smarandache, F. (2023). Introducción y avances a la probabilidad y estadística neutrosófica y a la probabilidad y estadística plitogénica y sus aplicaciones en bioinformática y otros campos (capítulo de revisión). En Inteligencia cognitiva con estadística neutrosófica en bioinformática (págs. 1-23). Prensa académica.

[12] Martin, N., Smarandache, F. y Sudha, S. (2023). Un método novedoso de toma de decisiones basado en contradicciones plitogénicas . Sistemas neutrosóficos con aplicaciones, 10, 12-24.

[13] Rezaei, A. Oner, T. Katican , T. Smarandache, F. Gandotra , N. (2022). Una breve historia de los conjuntos difusos, intuicionistas, neutrosóficos y pPlitogénicos . Revista de Revista Internacional de Ciencias Neutrosóficas, 18 (1), 99-116.

[14] Batista- Hernández, N., Leyva- Vázquez, MY, González- Caballero, E., Valencia- Cruzaty , LE, Ortega-Chávez, W. y Smarandache, F. (2021). Un nuevo método para evaluar la competencia empresarial en estudiantes universitarios utilizando números Plitogénicos y análisis FODA. Revista internacional de lógica difusa y sistemas inteligentes, 21, 280-292.

[15] Smarandache, F. (1998) Neutrosofía : probabilidad , conjunto y lógica neutrosófica : analítica síntesis & sintético análisis , técnico Informe .

[16] Jin, L., Zhang, C., Wen , X. y Christopher, GG (2020) Un método neutrosófico basado en números memético Algoritmo para el Integrado Proceso Planificación y programación Problema Con Tiempo de procesamiento incierto , IEEE Access, 8, 96628-96648.

[17] Moore, RE (1966) Análisis de intervalos, Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Recibido: 16 de octubre de 2024. Aceptada: 10 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías

Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of hypothyroidism and its impact on older adults with heart disease

Odalys Verenisse Camalli Albán[1], Anthony Isacc Criollo Supe[2], Kevin Daniel Sánchez Guevara[3], and Olivia Elizabeth Altamirano Guerrero[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.odalysvca43@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.anthonyics21@Uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ma.kevindsg90@Uniandes.edu.ec
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.oliviaaltamirano@uniades.edu.ec

Resumen. El hipotiroidismo subclínico es una condición común en adultos que se asocia con un aumento del riesgo cardiovascular. La hormona estimulante de la tiroides (TSH) juega un papel crucial en la regulación de la función inmunológica y puede promover la aterosclerosis. Esto es especialmente relevante en ancianos que padecen enfermedades cardiacas, dado que el hipotiroidismo puede exacerbar condiciones como la hipertensión. Por lo tanto, resalta la importancia de realizar intervenciones tempranas en poblaciones vulnerables. En esta investigación se abordan estos puntos clave, destacando que el hipotiroidismo subclínico incrementa el riesgo cardiovascular y que la TSH podría ser un objetivo terapéutico prometedor. La investigación tiene como objetivo implementar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para analizar el impacto del hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías.

Palabras Claves: Mapa Cognitivo Neutrosófico, hipotiroidismo, adultos mayores, cardiopatías.

Abstract. Subclinical hypothyroidism is a common condition in adults that is associated with increased cardiovascular risk. Thyroid-stimulating hormone (TSH) plays a crucial role in regulating immune function and may promote atherosclerosis. This is especially relevant in elderly people with heart disease, as hypothyroidism may exacerbate conditions such as hypertension. Therefore, it highlights the importance of early interventions in vulnerable populations. This research addresses these key points, highlighting that subclinical hypothyroidism increases cardiovascular risk and that TSH could be a promising therapeutic target. The research aims to implement a Neutrosophic Cognitive Map to analyze the impact of hypothyroidism in older adults with heart disease.

Keywords: Neutrosophic Cognitive Map, hypothyroidism, older adults, heart disease.

1 Introducción

El envejecimiento poblacional ha conllevado un incremento en la prevalencia de trastornos tiroideos, particularmente el hipotiroidismo, en la población adulta mayor. Datos epidemiológicos revelan que el hipotiroidismo subclínico afecta hasta un 10% de los individuos mayores de 65 años, mientras que el hipotiroidismo manifiesto presenta una prevalencia de 2-5% en este grupo etario [1].

En el anciano, el hipotiroidismo adquiere especial trascendencia clínica debido a su estrecha vinculación con la patología cardiovascular. Los efectos adversos de las hormonas tiroideas deficientes sobre el sistema cardiovascular incluyen bradicardia sinusal, hipertensión diastólica, derrame pericárdico, disminución de la contractilidad miocárdica, disfunción diastólica y aumento de la resistencia vascular periférica [2, 38].

Estos cambios hemodinámicos y cardíacos impactan negativamente sobre la función ventricular y pueden descompensar las comorbilidades cardiovasculares preexistentes en el anciano, tales como la insuficiencia cardíaca crónica, las arritmias o la enfermedad coronaria. A su vez, el hipotiroidismo es reconocido como un factor de riesgo independiente para el desarrollo de ateroesclerosis y eventos cardiovasculares mayores [3].

Desde el punto de vista fisiopatológico, la deficiencia de hormonas tiroideas ejerce efectos genómicos y no genómicos deletéreos sobre los miocardiocitos, alterando vías de señalización intracelular, promoviendo la apoptosis y el remodelado ventricular. A nivel vascular, el hipotiroidismo propicia la disfunción endotelial, vasoconstricción y daño oxidativo [4, 39].

El diagnóstico del estado tiroideo en el anciano plantea desafíos particulares, dada la presentación atípica de los síntomas clínicos y la superposición con otras comorbilidades geriátricas. Es fundamental una alta sospecha clínica y la evaluación de biomarcadores sensibles como la TSH y hormonas tiroideas libres.

La terapia de reemplazo con levotiroxina ha demostrado eficacia en la reversión de los trastornos cardiovasculares asociados al hipotiroidismo en el adulto mayor. No obstante, se requiere especial precaución en el ajuste de dosis y un estrecho monitoreo para evitar efectos adversos potenciales, particularmente en aquellos con enfermedad cardíaca grave [5, 36].

La presente investigación tiene como objetivo implementar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para analizar el impacto del hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías.

2 Materiales y métodos

Los problemas presentes en pacientes adultos mayores que sufren de hipotiroidismo con cardiopatías, pueden ser modelado como un problema de toma de decisiones multicriterio a partir del:

Conjunto de pacientes que representan las alternativas a analizar en el proceso del diagnóstico en el que:

El número de pacientes $P= \{P_1, \dots P_n\},\ n \geq 1,$

Que poseen un grupo de manifestaciones que pueden asociarse al impacto del hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías, que representan los múltiples criterios valorativos donde:

$C= \{C_1, \dots C_m\},\ m \geq 2.$

La investigación ha sido desarrollada utilizando un enfoque cualitativo a partir del uso del método científico [6]. Utiliza técnicas de inteligencia artificial para la inferencia sobre el análisis de incidencias y basa su funcionamiento a partir del método científico del criterio de expertos para obtener la base de conocimiento necesaria en el desarrollo de la investigación. Para el desarrollo de la presente investigación se modeló las relaciones causales asociadas a las manifestaciones de pacientes adultos mayores.

Modelos causales: existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas en forma de grafos, donde cada modelo causal que se puede representar por un grafo son representaciones de la causalidad entre conceptos. Los modelos causales permiten modelar la causa o efecto de un determinado evento [7], [8] . La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.

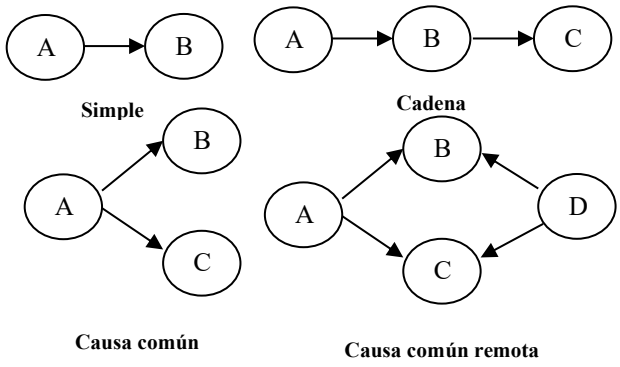


Figura 1: Ejemplo de grafos causales.

El Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) es una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos propuesta por [9] como una extensión de los modelos mentales empleando valores difusos en un intervalo de [-1,1] [10], [11]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [12, 13, 36].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [14, 40]:

• $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos C_j y C_i. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i.

• $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos C_j y C_i. Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i.

• $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos C_j y C_i.

2.2 Método para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías.

El método propuesto está estructurado para soportar el proceso de gestión para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modelan las manifestaciones, a partir del conjunto de criterios o manifestaciones expresadas por los pacientes. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el negocio propuesto (entradas, procesamiento y salidas).

1. Las entradas del sistema: representan el conjunto de pacientes a analizar. Las relaciones causales que poseen y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.
2. El procesamiento del sistema: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías.
3. Las salidas del sistema: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene el análisis del impacto de hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías.

El método para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías está conformado por cinco actividades, las cuales son descritas a continuación:

Actividad 1 identificación de las manifestaciones: La identificación de las manifestaciones representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de manifestaciones asociadas al hipertiroidismo en adultos mayores con cardiopatías, las cuales representan la base de inferencia [15-17], [36, 41]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de manifestaciones posibles.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de las manifestaciones [18, 19]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre el impacto del hipotiroidismo en adultos mayores cardiópatas. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

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]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [20], [21] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} .. & .. & .. \\ .. & W_{ij} & .. \\ .. & .. & .. \\ .. & .. & .. \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que

es imparte C_j. C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte causalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las manifestaciones: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [22], [23] [24-26]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifestación [27-29], [30, 39].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \tag{1}$$

Actividad 4 identificación de las preferencias: la identificación de las preferencias es la actividad que consiste en determinar cuáles manifestaciones del hipotiroidismo están presentes en los pacientes adultos mayores cardiópatas analizados. Para ello se entrevista al paciente y se determina el grado de preferencia que poseen los síntomas a partir de la autovaloración que emiten los pacientes [31-33]. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los síntomas.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del síntoma (AS)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del síntoma (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del síntoma (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del síntoma (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del síntoma (AP)

Actividad 5 generación del diagnóstico: el proceso del diagnóstico se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [34, 36]. Los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j\neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{2}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación [35].

4 Resultados y discusión

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del método para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías. A partir del análisis de casos en adultos mayores es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis de las manifestaciones. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 identificación de las manifestaciones:

Para determinar las manifestaciones utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de las manifestaciones.

Nodo	Manifestación	Descripción
C_1	Bradicardia	Una frecuencia cardíaca anormalmente baja es común en el hipotiroidismo. Esta condición puede presentar riesgos adicionales para adultos mayores, como un mayor riesgo de caídas o desmayos.
C_2	Hipertensión arterial	A menudo se observa un aumento en la presión arterial, que puede contribuir a la progresión de enfermedades cardiovasculares existentes, como la insuficiencia cardíaca y la enfermedad coronaria.

Nodo	Manifestación	Descripción
C_3	Edema	El hipotiroidismo puede causar retención de líquidos, llevando a la aparición de edema en los pies y las piernas, lo que puede complicar aún más problemas cardiacos preexistentes.
C_4	Dislipidemia	El hipotiroidismo puede alterar los niveles de lípidos en sangre, aumentando el colesterol LDL y disminuyendo el colesterol HDL. Esta alteración incrementa el riesgo cardiovascular, especialmente en individuos con cardiopatías.
C_5	Depresión y fatiga	Los síntomas de hipotiroidismo, como la fatiga crónica y la depresión, pueden ser más pronunciados en adultos mayores, afectando su capacidad para llevar a cabo actividades diarias y complicando el manejo de las enfermedades cardiacas.
C_6	Intolerancia al ejercicio	La disminución en la función cardíaca y el aumento en los síntomas de fatiga pueden llevar a una disminución en la capacidad de ejercicio, lo que impide que el paciente mantenga un estilo de vida activo y saludable.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre las manifestaciones se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
C_1	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_2	[0.75, 0.5,0.25]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_3	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_4	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]
C_5	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_6	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las manifestaciones:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1). Se obtiene el comportamiento del peso atribuido a las manifestaciones. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a las manifestaciones

Criterios	Manifestaciones	Peso
C_1	Bradicardia	[1,0,0]
C_2	Hipertensión arterial	[0.9, 0.1, 0.1]
C_3	Edema	[0.95, 0.1, 0.1]
C_4	Dislipidemia	[0.75,0.25,0.30]
C_5	Depresión y fatiga	[0.98, 0.1, 0.1]
C_5	Intolerancia al ejercicio	[1,0,0]

Actividad 4 identificación de las preferencias:

A partir de la entrevista al paciente se determinó el grado de preferencia que poseen las manifestaciones mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el paciente objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a las manifestaciones del paciente

Paciente	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_5
A_1	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.70,0.25,0.30]

Actividad 5 generación del diagnóstico:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de los pacientes mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los síntomas y prevé la evolución de ellos en los pacientes. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación

donde se muestran las manifestaciones y su evolución.



Figura 2: Resultado de la simulación de las manifestaciones.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las manifestaciones se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una enfermedad. La Tabla 6 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 6: Peso atribuido a las manifestaciones

Paciente A_1	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C_2	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.97, 0.1, 0.1]
C_3	[0.95, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_4	[0.75,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.87, 0.1, 0.1]
C_5	[0.98, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.99, 0.1, 0.1]
C_5	[1,0,0]	[0.70,0.25,0.30]	[0.87, 0.1, 0.1]
Índice			[0.94, 0.1, 0.1]

A partir de la implementación del proceso de inferencia, se evidencia un impacto de un I= 0.94, para el caso analizado representa un índice Alto del impacto del hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías.

5 Discusión

El déficit de hormonas tiroideas o hipotiroidismo impacta significativamente la fisiología cardiovascular, causando alteraciones hemodinámicas como bradicardia, hipertensión, reducción de la presión de pulso y disminución del gasto cardíaco [5]. Aunque la insuficiencia cardíaca clínica es infrecuente, la disfunción ventricular diastólica es común, caracterizada por lenta relajación miocárdica, alteración del llenado ventricular rápido y disminución de la contractilidad. Esto se debe a cambios en la expresión génica inducidos por el déficit hormonal, que afectan la actividad enzimática y los flujos de calcio intracelular cruciales para la contracción y relajación cardíacas [2, 37, 40].

La alta prevalencia del hipotiroidismo y la hipertensión en América Latina, especialmente en mujeres embarazadas, es un significativo problema de salud pública. Es fundamental comprender sus fisiopatologías y manifestaciones clínicas en esta población, ya que el reconocimiento temprano de síntomas es clave para un diagnóstico y tratamiento adecuados. Mientras que el hipotiroidismo se diagnostica mediante pruebas de TSH, T3 y T4, la hipertensión se identifica por presiones arteriales elevadas. Cabe destacar la relevante asociación entre ambas condiciones, respaldada por estudios que demuestran que el hipotiroidismo puede causar hipertensión arterial [1, 41].

6 Conclusión

El hipotiroidismo es altamente prevalente en la población adulta y representa un factor de riesgo significativo para la progresión a un hipotiroidismo manifiesto. Los resultados del Mapa Cognitivo Neutrosófico demuestran una asociación robusta entre el hipotiroidismo subclínico y un mayor riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares, mediado principalmente por la aceleración de la disfunción endotelial y la promoción de aterosclerosis.

Hallazgos recientes han revelado un papel clave de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) como regulador de la función inmunológica sistémica, con su receptor expresado en tejidos extratiroides y células inmunitarias.

La TSH puede contribuir directamente a la aterogénesis al inducir respuestas proinflamatorias en diversas células, lo que modifica el paradigma actual sobre los mecanismos por los que el hipotiroidismo subclínico aumenta el riesgo cardiovascular.

Esto posiciona a la TSH como un importante inmunomodulador y un objetivo terapéutico prometedor, no solo para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, sino también potencialmente para otras patologías de etiología inflamatoria. Por lo tanto, un diagnóstico oportuno y un manejo adecuado del hipotiroidismo subclínico son cruciales para mitigar su impacto adverso en la salud cardiovascular y posiblemente en otras condiciones inflamatorias.

Referencias

[1] G. J. Q. Ferrufino, L. F. M. Guillen, L. C. Erazo, M. M. Guillen, and J. S. Asfúra, "Alteraciones cardiovasculares causadas por hipotiroidismo clínico y subclínico," *Revista Científica Ciencia Médica,* vol. 23, no. 1, pp. 52-60, 2020.

[2] F. I. P. Gonzabay, and K. M. Villafuerte, "Hipotiroidismo e hipertensión: una revisión sistemática en América latina," *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS,* vol. 4, no. 4, pp. 1-22, 2022.

[3] J. S. Serna-Trejos, and J. P. Lenis-González, "Hipertiroidismo y falla cardíaca una asociación silente," *Revista Cubana de Medicina,* vol. 62, no. 2, 2023.

[4] D. Tene, G. Urdaneta, N. Muñóz, and A. Pedreáñez, "Hipotiroidismo subclínico y su relación con el daño cardiovascular. Análisis del efecto inmunomodulador de la TSH. Revisión narrativa," *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo,* vol. 19, no. 2, pp. 73-81, 2021.

[5] A. N. Velandia-Rátiva, L. V. Zarta-Rengifo, J. D. Guerrero-Peña, K. T. Rangel-Castellanos, L. J. Vargas-Rodríguez, and E. J. Rozo-Ortiz, "Alteraciones cardíacas en los pacientes con enfermedad tiroidea," *Revista Colombiana de Cardiología,* vol. 29, no. 1, pp. 85-93, 2022.

[6] R. Sampieri, C. F. Collado., and P. B. lucio, "Metodología de la investigación," *México* vol. ISBN: 970-10-5753-8, 2006.

[7] C. Goodier, S. Austin, and R. Soetanto, "Causal mapping and scenario building with multiple organizations," *Futures,* vol. 42, no. 3, pp. 219-229, 2010.

[8] C. Strauch, U.-L. S. Sites, and W. Kriha, "NoSQL databases," *Lecture Notes, Stuttgart Media University,* vol. 20, 2011.

[9] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies,* vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.

[10] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems,* vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.

[11] 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.

[12] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.

[13] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters,* vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.

[14] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.

[15] 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.

[16] 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.

[17] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[18] 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.

[19] 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.

[20] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.

[21] 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.

[22] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.

[23] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.

[24] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.

[25] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.

[26] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[27] 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.

[28] 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.

[29] 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.

[30] O. M. 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.

[31] 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.

[32] 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.

[33] 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.

[34] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 18, no. 2, 2018.

[35] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[36] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[37] Ricardo, J. E., Flores, D. F. C., Díaz, J. A. E., & Teruel, K. P. "An Exploration of Wisdom of Crowds using Neutrosophic Cognitive Maps". vol. 37, Infinite Study, 2020.

[38] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[39] Márquez-Sánchez, F., & Sorhegui-Ortega, R. "La Globalización y los dilemas del Desarrollo (Globalization and the Dilemmas of Development)." In III Congreso Científico Internacional" Sociedad del Conocimiento: Retos y Perspectivas". Samborondón, Ecuador, 2021.

[40] ORAMAS, O., ORTIZ, M., & MARQUEZ, S. F. "Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros." Revista Espacios, vol. 41 núm. 1, 2020.

[41] Alfonso Caveda, D., Sorhegui Ortega, R. A., Márquez Sánchez, F., & Bustamante Chán, M. M. "El modelo pedagógico de la Universidad Tecnológica Ecotec: fundamentos epistemológicos, didácticos y metodológicos para su implementación." Revista científica ecociencia, vol. 2 núm. 3, pp 1-12, 2015.

Recibido: 17 de octubre de 2024. Aceptada: 11 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método neutrosófico para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial

Neutrosophic method for the recommendation of a healthy diet for geriatric patients with total and partial prosthesis

Adriana María García Novillo[1], Adriana Nicole Tobar Peñaherrera[2], and María de los Ángeles Salazar Duran[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.adrianagn44@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; oa.adrianantp05@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; oa.mariadsd82@uniandes.edu.ec

Resumen. Una dieta equilibrada es fundamental para el bienestar de los adultos mayores, ya que influye directamente en su calidad de vida. La Dieta Mediterránea, conocida por su énfasis en alimentos regionales del Mediterráneo, como frutas, vegetales y granos enteros, ofrece numerosos beneficios, incluida la reducción del riesgo de enfermedades cardíacas, diabetes y depresión, así como la mejora de la salud física y mental relacionada con el envejecimiento. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial. Para generar las recomendaciones se tuvo en cuenta perfiles asociados que contemplan factores como la edad del paciente, la cual impacta en sus necesidades nutricionales, ya que a medida que se envejece, el metabolismo y la capacidad de absorción de nutrientes pueden verse alterados. Además, las condiciones físicas, como su nivel de movilidad y la presencia de enfermedades crónicas como diabetes, hipertensión o problemas cardíacos. Estos criterios fueron evaluados mediante una función de similaridad para personalizar la dieta.

Palabras Claves: Método para la recomendación, números neutrosóficos, calidad de la dieta, alimentación saludable, plan de alimentación.

Abstract. A balanced diet is essential for the well-being of older adults, as it directly influences their quality of life. The Mediterranean Diet, known for its emphasis on regional Mediterranean foods such as fruits, vegetables and whole grains, offers numerous benefits, including reduced risk of heart disease, diabetes and depression, as well as improved physical and mental health related to aging. The present research aims to develop a neutrosophic method for recommending a healthy diet for geriatric patients with total and partial prostheses. To generate the recommendations, associated profiles were taken into account that contemplate factors such as the patient's age, which impacts their nutritional needs, since as they age, their metabolism and nutrient absorption capacity can be altered. In addition, physical conditions, such as their level of mobility and the presence of chronic diseases such as diabetes, hypertension or heart problems. These criteria were evaluated using a similarity function to personalize the diet.

Keywords: Recommendation method, neutrosophic numbers, diet quality, healthy eating, eating plan.

1 Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), una dieta saludable incluye una variedad de alimentos como cereales, tubérculos, legumbres, frutas, verduras y fuentes animales como pescado, carne, huevos y lácteos, así como una reducción en el consumo de sal, azúcar, grasas saturadas y grasas trans. La relación entre dieta y salud es particularmente relevante para los adultos mayores. La dieta DASH (Enfoques Dietéticos para Detener la

Hipertensión) es un plan alimentario equilibrado que favorece la salud cardiovascular y promueve hábitos alimentarios beneficiosos a largo plazo.

La buena nutrición es crucial para la calidad de vida de los adultos mayores. La Dieta Mediterránea, que se basa en alimentos típicos de los países del Mediterráneo, ha demostrado reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes y depresión, así como disminuir la fragilidad asociada al envejecimiento, mejorando tanto la salud física como mental. Sin embargo, la malnutrición en esta población puede ocasionar deficiencias vitamínicas, como la de vitaminas C y D, lo que puede resultar en enfermedades periodontales e incrementar la vulnerabilidad a infecciones en la cavidad oral.

Por otro lado, la dieta MIND (Dieta para la Mente) combina elementos de las dietas DASH y Mediterránea con modificaciones específicas que promueven la salud cognitiva y previenen la demencia. Esta dieta se centra en el uso de aceite de oliva y establece la ingesta diaria de cereales integrales, verduras, vegetales de hojas verdes, nueces, frijoles y pescado, además de limitar el consumo de grasas saturadas y azúcares refinados [1].

En Ecuador, los adultos mayores constituyen aproximadamente 1,5 millones de personas, lo que representa el 11% de la población total; aproximadamente 786,000 se encuentran en situación de vulnerabilidad. Esta población enfrenta múltiples riesgos que pueden amenazar su bienestar personal, moral, psíquico y material, a menudo careciendo de los recursos necesarios para abordar estas amenazas. Aunque la Constitución del Ecuador de 2008 reconoce los derechos de las personas mayores, garantizando atención gratuita y prioritaria, en la práctica, muchos de ellos no reciben la asistencia adecuada. Según estudios, seis de cada diez adultos mayores dependen de sus familias, y solo cuatro de cada diez reciben apoyo estatal [2, 39].

Los adultos mayores presentan tasas de desnutrición y, en menor medida, obesidad, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En Ecuador, más de 240,000 de estos adultos viven en condiciones de pobreza o extrema pobreza, con un ingreso diario inferior a 1,90 dólares. Esta situación se ve agravada por la falta de acceso a alimentos, la escasez de atención sanitaria, el uso de sistemas de agua y saneamiento inadecuados, y prácticas deficientes de cuidado y alimentación.

En Latinoamérica, la prevalencia de malnutrición en esta población alcanza el 39,6%; sin embargo, no existen datos específicos sobre la desnutrición entre los adultos mayores en Ecuador. Además, el 22,8% de analfabetismo en el país limita el desarrollo pleno de las personas mayores y su participación en la sociedad, lo que tiene repercusiones a lo largo de su ciclo vital, afecta el entorno familiar y restringe el acceso a beneficios de desarrollo, obstaculizando el ejercicio de otros derechos humanos.

Basado en el contexto descrito, la presente investigación tiene como ojetivo desarrollar un método neutrosófico para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial.

2 Determinación del problema de toma de decisiones

A partir del análisis antes expuesto, es posible modelar el fenómeno para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial como un problema de toma de decisión multicriterio [3, 4]. Formalmente se representa como:

- Un conjunto de alternativas que representan los pacientes geriátricos con prótesis total y parcial, objeto de análisis $A = \{A_1, \dots A_n\}, n \geq 2$ que se encuentran caracterizados por:
- Un conjunto de criterios que influyen en la personalización de una dieta saludable $C = \{C_1, \dots C_m\}, m \geq 2$;

2.1 Métodos Multicriterio

Los problemas de toma de decisiones pueden ser clasificados según las variables que intervienen en el proceso. Se pueden clasificar mediante un ambiente monocriterio o multicriterio. Para un ambiente monocriterio existe una sola variable que determina el comportamiento sobre el procesamiento de las alternativas, por lo tanto existe una implicación directa. Se cumple la condición que p→q, para todo valor que tome la variable objeto de estudio, el resultado implicará positiva o negativamente el valor del objetivo o alternativa [5-7], [40, 41].

Los operadores de agregación representan un método de inferencia en el que sus funciones matemáticas son utilizadas en los procesos de toma de decisiones [8], [9, 38] y combinan valores (x, y) en un dominio D y devuelven un valor único.

Dentro de los principales operadores para la agregación de información se encuentra la media aritmética y media ponderada [5-7], tal como se define a continuación:

Definición 1. Un operador WA tiene asociado un vector de pesos V, con $v_i \in [0,1]$ y $\sum_1^n v_i = 1$, expresado de la siguiente forma:

$$WA(a_1, .., a_n) = \sum_{i=1}^{n} v_i a_i \quad (1)$$

Donde v_i representa la importancia de la fuente a_i.

El operador de agregación de información Media Ponderada Ordenada (OWA) propuesto por [10], permite

unificar los criterios clásicos de decisión de incertidumbre en una expresión [11].

3.2 Números Neutrosóficos de Valor Único

La neutrosofía, propuesta por Florentin Smarandache, es una teoría que surge de la necesidad de representar conceptos que no son completamente decidibles ni completamente indeterminados, incorporando un enfoque que incluye la neutralidad. Esta teoría se fundamenta en la idea de que puede haber valores de verdad que sean indeterminados o ambiguos, un criterio que se extiende más allá de la lógica clásica y de la lógica difusa [12]. En las teorías clásicas, los valores de verdad son binarios (verdadero o falso), lo que limita la capacidad de abordar situaciones complejas y matizadas que no se pueden encasillar fácilmente en estas dos categorías. La lógica difusa introduce un enfoque intermedio al permitir grados de pertenencia a conjuntos, pero aún presenta limitaciones en cuanto a cómo se manejan las incertidumbres y la neutralidad. [42, 43]

La neutrosofía, al integrar la neutralidad, establece las bases para el desarrollo de otros conceptos matemáticos, como los conjuntos neutrosóficos. Estos conjuntos permiten describir con mayor precisión la realidad y la complejidad de los sistemas en los que los elementos pueden ser parcialmente verdaderos, falsos o neutrales, proporcionando un marco más robusto para el análisis matemático y lógico.

La lógica neutrosófica, por su parte, se basa en estos principios neutrosóficos y busca generalizar el concepto de razonamiento, permitiendo que las variables y las proposiciones puedan tener valores de verdad que se desvían de la dicotomía de verdadero o falso, incorporando así la posibilidad de que algo sea también neutral. Esto se traduce en un enfoque más flexible y amplio para resolver problemas que involucran incertidumbre y ambigüedad. Representa las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [13].

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [14]:
Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}cn$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos Neutrosóficos de Valor Único (SVN) [15] los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas [16] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [17, 18, 38].

Sea X un universo de discurso. Un SVN sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \tag{3}$$

Donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$

4 Método para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial

En la presente sección se describe el funcionamiento del método para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial. Se presentan las características generales que facilitan la comprensión de la propuesta. El método está diseñado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de inferencia en general. Realiza tres subprocesos: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método.

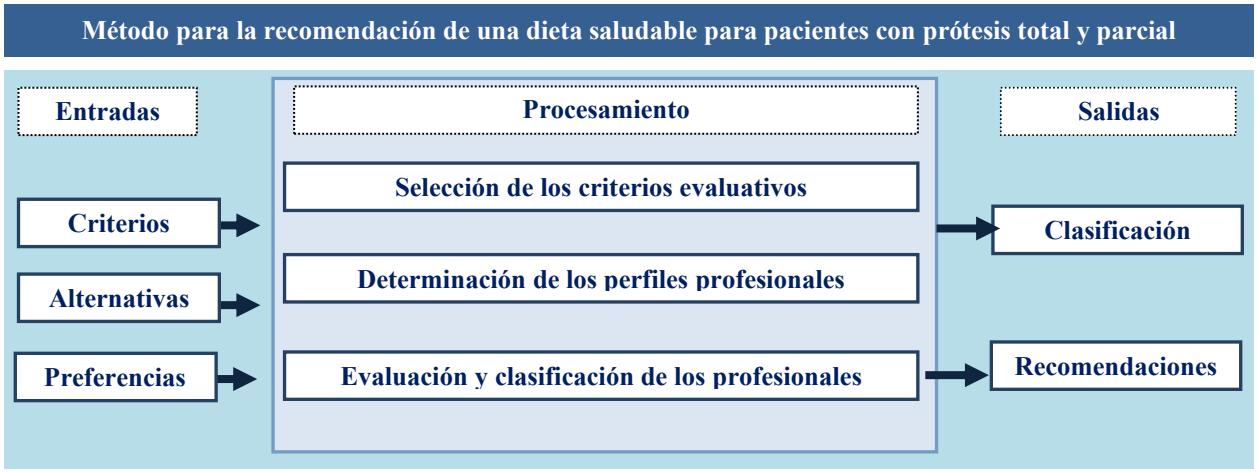


Figura 1. Esquema general del método para la recomendación de una dieta saludable.

4.1 Descripción de las etapas del método

La entrada de información permite la introducción de los diferentes datos que son necesarios en el proceso de toma de decisiones. Los datos representan la principal fuente de información a ser utilizada en la etapa de procesamiento. En la propuesta, existen datos introducidos por el usuario tales como edad del paciente, condiciones físicas, estado de salud general, nivel de movilidad, estado de las prótesis y las alternativas objeto de decisión del proceso de inferencia [19, 41].

El procesamiento de información representa la capacidad del método para ejecutar cálculos matemáticos a partir de un método de inferencia utilizado que ejecuta una secuencia de operaciones. El procesamiento es la característica que permite la transformación de datos almacenados en información organizada con un objetivo específico [20].

La salida de información garantiza la representación del resultado generado a partir del procesamiento realizado. Permite devolver el comportamiento de las alternativas a partir del proceso de inferencia realizado mediante las variables objeto de estudio.

4.2 Flujo de trabajo del método

El flujo de trabajo describe la interacción de las diferentes entidades que intervienen en el método, garantiza la representación de términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN. El flujo de trabajo está compuesto por cuatro actividades: identificación de los criterios; determinación del perfil de los pacientes geriátricos con prótesis total y parcial; evaluación y clasificación; y finalmente las recomendaciones. Estas actividades soportan el proceso de toma de decisiones del método [21-23]. A continuación se describen las diferentes actividades:

- Identificación de los criterios: los criterios son el conjunto de características que describen el estado general del paciente geriátrico. Estos criterios representan la base de indicadores evaluativos sobre el cual se conforma el perfil C_i.
- Determinación del perfil de los pacientes: el perfil de los pacientes se obtiene de forma directa mediante criterios de expertos.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (4)$$

Las valoraciones de las características de los pacientes a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de términos lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN [24-27]. La descripción de las características está asociada al conjunto de pacientes geriátricos con prótesis total y parcial que representan las alternativas del proceso[28, 29, 38].

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (5)$$

- Evaluación y clasificación: para la evaluación y clasificación de los pacientes mediante números SVN [30, 31], se tiene:

  Sea

  $A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ sea un vector de números SVN,

  tal que:

  $A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$,

j=(1,2, … , n),
$B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.
tal que y $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$($i$ = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las B_i y A^* resulta [31]:

$$d_i=\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

(i = 1,2, … , m)

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [32, 38], [16]. En la medida en que la alternativa se A_i se encuentra más semejante perfil del paciente (s_i) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [33, 34].

La obtención de las preferencias de las alternativas se hace a partir de la evaluación que se obtiene del comportamiento de los indicadores donde:

$$\boldsymbol{A}_i\left[F_{a_j}\right] = \left[Pre_y\right] \quad (10)$$

Para cada alternativa A que posee un perfil F_{a_j} se le hace corresponder un conjunto de preferencias $\mathrm{Pre_y}$ que una sobre el comportamiento del paciente, donde:

$\left[Pre_y\right]$: es el arreglo resultante como preferencia de las alternativas respecto a un conjunto de indicadores $Pre \in \mathbb{N}, [0,1]$. El valor de $\mathrm{Pre_y}$.

Para el proceso de inferencia sobre la recomendación de la dieta adecuada se parte de:

$$\boldsymbol{A}_i = \left[Pre_y, W_z\right] \quad (11)$$

Donde:
Pre_y: representa el conjunto de preferencia sobre $\boldsymbol{A}_i$.
W_z : representa el vector de peso referido por $_{z.}$

El proceso de evaluación se realiza mediante el método multicriterio WA [35, 36]. El conjunto de recomendaciones están asociadas al resultado obtenido en la evaluación a partir del cual es calculada la similitud entre el perfil de los pacientes y es ordenada de acuerdo a la similitud obtenida. La mejor evaluación será aquella que mejor satisfaga las necesidades del perfil con mayor similitud.

5 Resultados y discusión

La presente sección describe un ejemplo para demostrar la aplicabilidad del método neutrosófico para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores. El método fue implementado para la recomendación de la dieta adecuada para los pacientes geriátricos con prótesis total y parcial que acuden a la fundación “Manos solidarias” de la parroquia Chiquicha en Ecuador.

Para aplicar del método multicriterio WA, se estructuran los criterios evaluativos del problema y las alternativas objeto de estudio. A partir del comportamiento de los indicadores se obtienen las preferencias para evaluar las alternativas y realizar el proceso de clasificación. El objetivo es evaluar las preferencias sobre los indicadores que representa la recomendación a los pacientes. [42]

Los expertos expresan la valoración del cumplimiento de los criterios mediante la valoración neutrosófica. Los atributos se formulan en la escala lingüística presentada en la Tabla 1, sustituyendo sus términos lingüísticos equivalentes.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [31].

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)

Término lingüístico	Números SVN
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)

El problema es modelado mediante el conjunto de pacientes geriátricos con prótesis total y parcial que representan las alternativas, tal como se refiere a continuación:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\}$$

Que son descritos por el conjunto de atributos que representan los criterios de salud general de los pacientes, haciendo énfasis en el estado de la prótesis.

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$$

Donde:

c_1 Necesidades energéticas y nutricionales: Se debe calcular la ingesta calórica diaria adecuada, teniendo en cuenta la edad, el peso, la altura, la actividad física y las condiciones de salud del paciente. Los adultos mayores suelen requerir menos calorías, pero necesitan una mayor densidad de nutrientes para mantener su salud. Es fundamental incluir fuentes de proteínas de alta calidad, fibra, vitaminas y minerales esenciales.

c_2 Estado de salud y condiciones médicas: Los problemas de salud como diabetes, hipertensión, osteoporosis o enfermedades cardiovasculares requieren consideraciones específicas. La dieta debe adaptarse a estas condiciones, limitando la ingesta de sal, azúcares y grasas saturadas, y potenciando los alimentos ricos en antioxidantes, fibra y calcio. También se debe considerar cualquier restricción alimentaria derivada de la medicación o las condiciones de salud.

c_3 Textura y forma de los alimentos: Es importante considerar la textura de los alimentos para facilitar la masticación y la deglución. Se debe optar por opciones que sean fáciles de tragar, evitando alimentos duros o fibrosos. Esto es especialmente relevante para pacientes con prótesis totales o problemas dentales, ya que una dieta que incluya alimentos triturables o bien cocidos puede ayudar a prevenir el riesgo de atragantamiento y facilitar una mejor digestión.

c_4 Hidratación: La ingesta adecuada de líquidos es crucial para la salud general, especialmente en pacientes geriátricos, ya que son más susceptibles a la deshidratación. Se debe incluir una variedad de líquidos, preferentemente agua, infusiones y caldos, y asegurar que el paciente esté ingiriendo suficiente líquido a lo largo del día.

c_5 Preferencias culturales y gustos personales: La dieta debe ser lo más agradable posible para el paciente, respetando sus preferencias alimentarias y culturales. Este aspecto no solo contribuye al disfrute de las comidas, sino que también puede mejorar el bienestar emocional y social del paciente, fomentando la interacción durante las comidas y el placer de compartir la comida con otros.

La Tabla 2 muestra la vista de datos utilizadas para el presente caso de estudio.

Tabla 2: Vista de datos de los pacientes.

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
a_1	M	MB	B	MB	MB
a_2	M	M	B	MMB	MMB
a_3	MB	B	MMB	MB	MB
a_4	M	MB	MB	MMB	M
a_5	B	MB	B	MMB	MMB
a_6	M	M	M	MB	MB
a_7	M	B	B	M	M

Si un miembro del personal médico u_e, desea recibir las recomendaciones del modelo, deberá proveer información al mismo expresando sus preferencias. En este caso:

$$P_e = \{\text{M}, \text{MB}, \text{MB}, \text{MMB}, \text{MB}, \text{M}\}$$

El siguiente paso del ejemplo, es el cálculo de la similitud entre el perfil de los pacientes y los almacenados en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre la dieta adecuada y el perfil de los pacientes.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
0.55	0.20	0.40	0.95	0.30	0.45	0.50

Para el proceso de generación de recomendaciones, se recomiendan aquellos que más se acerquen al perfil del paciente posteriormente se realiza un ordenamiento de los perfiles.

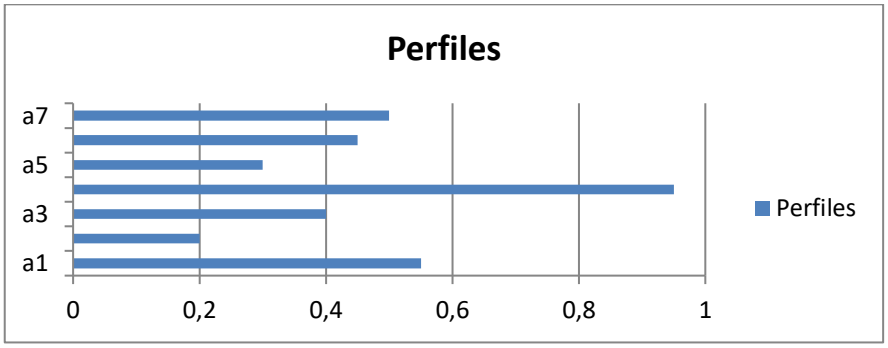


Figura 2: Ordenamiento de los perfiles.

A partir de esta comparación, los perfiles de docentes resultantes son expresados mediante el siguiente orden de prioridad.

$$\{a_4, a_1, a_7\}$$

El modelo propuesto recomendará los dos perfiles más cercanos. Las recomendaciones están formadas por:

$$a_4, a_1$$

A partir del resultado, el perfil que mejor evaluación posee para representar la propuesta de dieta balanceada es a_7.

6 Discusiones

La importancia de la dieta saludable depende fundamentalmente de una alimentación adecuada la cual desempeña un rol fundamental en la prevención de enfermedades crónicas y en la promoción del bienestar general, como lo establece la Organización Mundial de la Salud (OMS). El Plan de Alimentación Saludable DASH, avalado por el Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre (NHLBI), enfatiza la ingesta equilibrada de frutas, vegetales, granos integrales y productos lácteos bajos en grasa, así como la restricción de sodio y grasas saturadas [37, 43]. La aplicación rigurosa de este plan ha demostrado impactos significativos en la reducción de la presión arterial y la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Sin embargo, la longevidad en el Ecuador presenta un número notable de individuos centenarios, según información provista por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, lo cual destaca una tendencia de longevidad significativa en la región. Este fenómeno plantea interrogantes en el presente estudio sobre los determinantes socioeconómicos, nutricionales y de atención médica que podría estar contribuyendo a esta dinámica demográfica, señalando la así la necesidad de investigaciones más detalladas y actuales para comprender los factores subyacentes y desarrollar estrategias de salud pública pertinentes.

De esta manera, la implementación de programas de atención destinados a adultos mayores representa un factor fundamental, lo cual se evidencia en países internacionales donde existen diversas iniciativas para abordar las necesidades específicas de la población adulta mayor. Sin embargo, después de un análisis exhaustivo de los programas de atención, llevado a cabo por el Ministerio de Inclusión Económica y Social de Ecuador, resalta la importancia de la evaluación continua y la mejora de estas intervenciones para garantizar un apoyo integral y adaptado a las necesidades cambiantes de esta población en crecimiento[2].

Además, varios estudios mencionan que la malnutrición y el analfabetismo son grandes limitantes para lograr éxito en una buena nutrición, ya que, a pesar de los esfuerzos por promover una alimentación saludable, la malnutrición sigue siendo un desafío global, según lo enfatiza la OMS en sus informes. Además, la existencia de altas tasas de analfabetismo, como se evidencia en la caracterización de la población objetivo por el Ministerio de Inclusión Económica y Social de Ecuador, genera obstáculos significativos en la promoción de hábitos alimenticios saludables y en el acceso equitativo a la información nutricional. Finalmente, los resultados contrastados por los estudios analizados destacan la necesidad de intervenciones integrales que aborden no solo la disponibilidad de

alimentos nutritivos, sino también las diferencias educativas y sociales que pueden limitar la adopción de comportamientos saludables en la población.

7 Conclusión

Después de la implementación del método neutrosófico para la recomendación de una dieta saludable dirigida a pacientes geriátricos con prótesis total y parcial que asisten a la fundación "Manos Solidarias" en la parroquia Chiquicha, se llega a la conclusión de que una dieta saludable puede mejorar significativamente su bienestar físico, mental y social.

Una dieta equilibrada y saludable, rica en nutrientes esenciales como proteínas, vitaminas y minerales, es crucial para mantener la salud óptima en pacientes geriátricos con prótesis. Esto puede ayudar a fortalecer los huesos, músculos y tejidos circundantes, lo que es especialmente importante para aquellos con prótesis parciales o totales, ya que necesitan un soporte adecuado para sus dispositivos ortopédicos.

Además, una dieta adecuada puede contribuir a mejorar el bienestar mental al proporcionar los nutrientes necesarios para el funcionamiento cognitivo óptimo y reducir el riesgo de condiciones neurológicas asociadas con la edad, como la demencia.

Socialmente, la promoción de una dieta saludable en la comunidad de la fundación "Manos Solidarias" puede fomentar la interacción social positiva alrededor de la comida, promoviendo así un sentido de comunidad y apoyo entre los pacientes geriátricos.

Recomendar una dieta saludable a los pacientes geriátricos con prótesis total y parcial en la fundación "Manos Solidarias" no solo puede mejorar su salud física, sino también su bienestar mental y social, lo que contribuye a una mejor calidad de vida en la tercera edad. Es fundamental proporcionar educación nutricional y apoyo continuo para garantizar la implementación efectiva de estas recomendaciones dietéticas.

Referencias

[1] C. D. Filippou, C. P. Tsioufis, C. G. Thomopoulos, C. C. Mihas, K. S. Dimitriadis, L. I. Sotiropoulou, C. A. Chrysochoou, P. I. Nihoyannopoulos, and D. M. Tousoulis, "Dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet and blood pressure reduction in adults with and without hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials," *Advances in nutrition,* vol. 11, no. 5, pp. 1150-1160, 2020.

[2] L. L. Barnes, K. Dhana, X. Liu, V. J. Carey, J. Ventrelle, K. Johnson, C. S. Hollings, L. Bishop, N. Laranjo, and B. J. Stubbs, "Trial of the MIND diet for prevention of cognitive decline in older persons," *New England Journal of Medicine,* vol. 389, no. 7, pp. 602-611, 2023.

[3] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, "Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación," *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.

[4] C. Bouza. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en contabilidad, administración, economía," https://www.researchgate.net/publication/303551295_METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LA_TOMA_DE_DECISIONES_EN_CONTABILIDAD_ADMINISTRACION_ECONOMIA.

[5] 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.

[6] 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.

[7] 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.

[8] I. Grau, and R. Grau, "Aplicación de sistemas neuroborrosos a problemas de resistencia antiviral del VIH," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 6, no. 2, 2012.

[9] K. Pérez, "Modelo de proceso de logro de consenso en mapas cognitivos difusos para la toma de decisiones en grupo," Tesis Doctoral, Facultad 4, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014.

[10] R. Yager, "On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,* vol. 18, no. 1, pp. 183-190, 1988.

[11] D. Filev, and R. Yager, "On the issue of obtaining OWA operator weights," *Fuzzy sets and systems,* vol. 94 no. 2, pp. 157-169, 1998.

[12] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[13] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.

[14] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[15] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[16] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[17] 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.

[18] 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.

[19] B. B. Fonseca, and O. M. Cornelio, "Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 15, no. 5, pp. 70-84, 2022.

[20] B. B. Fonseca, and O. M. Cornelio, "Sistemas de recomendación para la toma de decisiones. Estado del arte," *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166,* vol. 6, no. 1, pp. 149-164, 2022.

[21] 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.

[22] 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.

[23] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[24] 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.

[25] 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.

[26] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[27] O. F. Von Feigenblatt, *Honor, Loyalty, and Merit: The Cultura Contemporary of the Spanish Nobility*: Ediciones Octaedro, 2022.

[28] 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.

[29] 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.

[30] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.

[31] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[32] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words," *Ingeniería y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 173-188, 2015.

[33] 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.

[34] 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.

[35] 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.

[36] 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.

[37] D. S. Tien, M. Hockey, D. So, J. Stanford, E. D. Clarke, C. E. Collins, and H. M. Staudacher, "Recommendations for designing, conducting and reporting feeding trials in nutrition research," *Advances in Nutrition*, pp. 100283, 2024.

[38] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[39] Ricardo, J. E., Flores, D. F. C., Díaz, J. A. E., & Teruel, K. P. "An Exploration of Wisdom of Crowds using Neutrosophic Cognitive Maps". vol. 37, Infinite Study, 2020.

[40] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[41] Márquez-Sánchez, F., & Sorhegui-Ortega, R. "La Globalización y los dilemas del Desarrollo (Globalization and the Dilemmas of Development)." In III Congreso Científico Internacional" Sociedad del Conocimiento: Retos y Perspectivas". Samborondón, Ecuador, 2021.

[42] ORAMAS, O., ORTIZ, M., & MARQUEZ, S. F. "Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros." Revista Espacios, vol. 41 núm. 1, 2020.

[43] Alfonso Caveda, D., Sorhegui Ortega, R. A., Márquez Sánchez, F., & Bustamante Chán, M. M. "El modelo pedagógico de la Universidad Tecnológica Ecotec: fundamentos epistemológicos, didácticos y metodológicos para su implementación." Revista científica ecociencia, vol. 2 núm. 3, pp 1-12, 2015.

Recibido: 17 de octubre de 2024. Aceptada: 11 de noviembre de 2024

Neutrosophic Computing and Machine Learning{Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico

Método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias

Neutrosophic multicriteria method for the evaluation of ultrasonic and manual irrigant activation in root canal disinfection in endodontics

Luis Fernando Pérez Solís[1], Melanie Anahí Fiallos Acosta[2], and Doménica Carolina Moscoso Albuja [3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; ua.luisperez@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; oa.melanieafa36@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador; oa.domenicacma59@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en la desinfección de conductos radiculares en endodoncias. El estudio se centra en la eficacia de la activación de los irrigantes ultrasónicos y manuales, así como en aquellas técnicas diagnosticadas en el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico, ya que permiten la limpieza y desinfección de los conductos radiculares. Sin embargo, este paso es de suma importancia en la práctica odontológica, donde los profesionales deben ofrecer un tratamiento eficaz y efectivo para los pacientes que lo necesiten, evitando fracasos endodónticos, fracturas de las piezas dentales, inflamación en la zona periapical o necrosis del tejido pulpar. Estos problemas son causados principalmente por la caries dental y la acumulación de microorganismos patógenos, que dan origen a enfermedades de carácter periodontal. Por tanto, el éxito de la activación de los irrigantes radica en que la forma ultrasónica ayuda a eliminar rápidamente estas afecciones en las piezas dentales mediante la solución de hipoclorito de sodio y otros agentes. En cambio, la activación manual no brinda la misma eficacia, ya que su método de desinfección se realiza con jeringas e instrumentación que, en muchos casos, puede perforar el tercio periapical de los conductos radiculares, lo que afectaría la zona del tejido pulpar.

Palabras Claves: método multicriterio neutrosófico, evaluación, activación de irrigantes, ultrasónica, desinfecciones de conductos radiculares, endodoncias.

Abstract. The present research aims to develop a multicriteria neutrosophic method for the evaluation of ultrasonic and manual activation of irrigants in the disinfection of root canals in endodontics. The study focuses on the efficacy of ultrasonic and manual activation of irrigants, as well as on those techniques diagnosed in the success or failure of endodontic treatment, since they allow the cleaning and disinfection of root canals. However, this step is of utmost importance in dental practice, where professionals must offer an efficient and effective treatment for patients who need it, avoiding endodontic failures, fractures of teeth, inflammation in the periapical area or necrosis of pulp tissue. These problems are mainly caused by dental caries and the accumulation of pathogenic microorganisms, which give rise to periodontal diseases. Therefore, the success of irrigant activation lies in the fact that the ultrasonic method helps to quickly eliminate these conditions in the teeth by means of the sodium hypochlorite solution and other agents. On the other hand, manual activation does not provide the same effectiveness, since its disinfection method is carried out with syringes and instruments that, in many cases, can perforate the periapical third of the root canals, which would affect the pulp tissue area.

Keywords: multicriteria neutrosophic method, evaluation, activation of irrigants, ultrasound, root canal disinfections, endodontics.

1 Introducción

La limpieza y desinfección de todas las áreas del conducto radicular utilizando soluciones irrigadoras es fundamental para el éxito del tratamiento endodóntico. Varios estudios han demostrado que, durante la preparación mecánica, muchas zonas del conducto no son alcanzadas por los instrumentos, afectando casi exclusivamente al cuerpo central del conducto [1]. En este contexto, la activación de irrigantes mediante ultrasonido se ha mostrado más eficaz para limpiar y desinfectar los conductos radiculares, sin las limitaciones que presenta la cavitación, lo que reduce el riesgo de transporte, perforación y desgaste de las paredes del canal, especialmente en el tercio apical.

Por lo tanto, la irrigación se considera un procedimiento clave en el tratamiento endodóntico. Los profesionales deben seleccionar la técnica y el sistema de irrigación más convenientes, ya sea manual o ultrasónico, con el fin de asegurar una desinfección completa de los conductos radiculares [2, 31]. Es crucial utilizar diferentes soluciones durante esta fase para eliminar tanto el tejido orgánico como los residuos generados durante la instrumentación. La efectividad de la limpieza, tanto mecánica como química, depende de que el irrigante entre en contacto con la totalidad del conducto radicular, siendo el tercio apical particularmente desafiante debido a su menor diámetro y a las complejidades anatómicas.

La investigación en este campo destaca la necesidad de desarrollar dispositivos eficaces para la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares. Estos procedimientos de irrigación, junto con sistemas de agitación que faciliten la llegada del irrigante a zonas de difícil acceso, son esenciales, ya que muchas áreas son inalcanzables para los instrumentos manuales y rotatorios.

Irrigación manual

La irrigación manual implica el uso de presión positiva, realizada a través de una jeringa y una aguja de irrigación endodóntica, junto con cepillos y agitación manual utilizando un cono de gutapercha que se adapta al conducto radicular. Este método es preferentemente utilizado con hipoclorito de sodio, que fluye mediante jeringas y agujas adecuadas, generando un efecto de disolución y arrastre de los detritos presentes en el conducto. Generalmente, se emplean jeringas desechables de 5 cc y agujas desechables sin bisel de 25 mm de largo y 0.5 mm de diámetro.

Se aconseja realizar la irrigación antes, durante y después de la instrumentación de los conductos. Antes de iniciar la irrigación con hipoclorito de sodio, es indispensable verificar el correcto sellado del aislamiento absoluto con dique de goma en todas las paredes del cuello dental, para evitar que cualquier sustancia química más potente se derrame en la cavidad bucal del paciente. Además, al irrigar, se debe colocar una gasa en contacto íntimo con la corona dental para absorber el reflujo del líquido irrigante [3, 32].

Entre las ventajas de la irrigación manual se destacan el arrastre mecánico del contenido del conducto, la disolución tisular, la acción antibacteriana, la lubricación y el acondicionamiento de la superficie dentinaria.

Activación ultrasónica

La activación ultrasónica consiste en un procedimiento endodóntico que utiliza instrumentos de frecuencia para desinfectar eficazmente mediante la penetración del irrigante en los conductos dentales. Estos dispositivos son capaces de desalojar biopelículas adheridas a las paredes del conducto mediante un mecanismo de transmisión acústica, además de provocar cavitación hidrodinámica, caracterizada por la formación de burbujas que implosionan alrededor de los instrumentos [4].

Este método implica emplear energía ultrasónica a aditamentos o instrumentos que, al activarse en el interior del conducto, generan movimiento en el agente irrigante. El uso de ultrasonidos en endodoncia fue introducido por Richman en 1957. Originalmente, se usó no solo para la activación de la irrigación, sino también para la instrumentación; sin embargo, se descontinuó en ese contexto debido a su potencial para causar grandes desplazamientos apicales y deformaciones en el conducto, comprometiendo así el éxito del tratamiento.

Existen dos tipos de irrigación ultrasónica: una que se combina con la instrumentación ultrasónica y otra denominada irrigación pasiva ultrasónica (PuI), donde no se utiliza instrumentación ultrasónica. El término PuI fue introducido por Weller y colaboradores en 1980. La irrigación pasiva implica que el instrumento utilizado no ejerce efecto cortante sobre las paredes, sino que transmite únicamente la energía al irrigante, provocando fenómenos como microcorrientes acústicas y cavitación.

2 Materiales y métodos

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades [5, 6, 33]. El método basa su funcionamiento a partir un entorno neutrosófico para modelar la incertidumbre.

Se sustenta sobre un esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados lingüísticos en un entorno neutrosófico [7], [8-10]. La figura 1 muestra las actividades fundamentales del método propuesto.

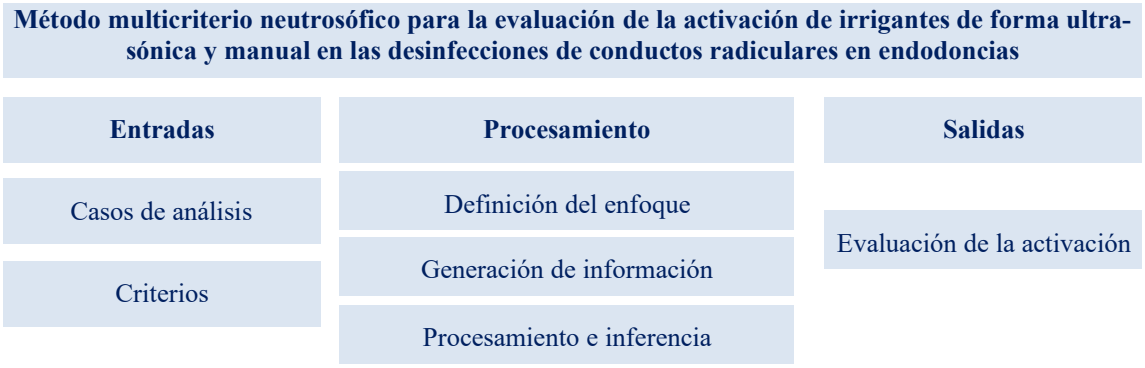


Figura 1: Representación del método propuesto.

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo y para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información, y procesamiento e inferencia [11, 27, 34]. A continuación se describen las diferentes etapas del método:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para corregir la estructura sobre la toma de decisiones y para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias. El marco se modela a partir de los siguientes elementos:

- Sea $E = \{e_1, , e_n\}, (n > 2)$ un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1, , ti_m\}, (m > 2)$ un conjunto de casos de análisis.
- Sea $C = \{c_1, , c_k\}, (k > 2)$ un conjunto de criterios que caracterizan la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias.

Se utiliza un marco de información heterogéneo [12, 26], . Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico [13], [14, 15]. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones.

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1:

$$P_j^i = \left\{p_{j1_1}^i, , p_{jh}^i\right\} \quad (1)$$

Donde:

P_j^i representa la preferencia otorgada al criterio c_k sobre los casos de análisis r_j expresado por el experto e_i .

La etapa obtiene las informaciones que son de necesidad para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la inferencia de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre las toma de decisiones sobre para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias.

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de, a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos, realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable para la toma de decisiones para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias. Para ello la información es unificada y agregada [16, 17].

A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.

A 2TLNNS se define como [18, 32]:

A partir de $S = \{s_0, , s_g\}$ que representa una 2TLSs con cardinalidad impar t + 1.

Se define para (S_t, a), (S_i, b), $(S_f, c) \in L$ y a,b,c ∈ [0, t], donde (S_t, a), (S_i, b), $(S_f, c) \in L$ expresan independientemente del grado de verdad, grado de indeterminación y el grado de falsedad por 2TLSs.

Por lo tanto: 2TLNNSs se define:

$$l_j = \{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\} \quad (2)$$

Donde:

$$0 \le \Delta^{-1}(St_j, a) \le t, 0 \le \Delta^{-1}(Si_j, b) \le t, 0 \le \Delta^{-1}(Sf_j, c) \le t$$

$$0 \le \Delta^{-1}(St_j, a) + 0 \le \Delta^{-1}(Si_j, b) + 0 \le \Delta^{-1}(Sf_j, c) \le 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [19].

Sea

$l_1 = \{(St_1, a), (Si_1, b), (Sf_1, c)\}$ a

2TLNN en L la función de puntuación y precisión en l_1 se define como:

$$S(l1) = \Delta\left\{\frac{2t + \Delta^{-1}(St_1, a) - \Delta^{-1}(Si_1, a) - \Delta^{-1}(Sf_1, a)}{3}\right\}, \Delta^{-1}(s(l_1)) \in [0, t] \quad (3)$$

$$H(l1) = \Delta\left\{\frac{t + \Delta^{-1}(St_1, a) - \Delta^{-1}(Sf_1, a)}{2}\right\}, \Delta^{-1}(h(l_1)) \in [0, t] \quad (4)$$

3. Procesamiento e inferencia:

La información se unifica en un dominio lingüístico específico (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

a) Seleccionar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T) .

b) Transformación de valores numéricos en [0, 1] al $F(S_T)$.

c) Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de los casos de análisis.

El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto [20], teniendo en cuenta su conocimiento y su importancia en el proceso toma de decisiones para determinar apoyar la toma de decisiones para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias.

El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre los casos de análisis, esta clasificación permite priorizar los casos analizados con más valor.

El caso de análisis más significativo es aquella que tiene la evaluación colectiva máxima $Max\{(r_l, a_j), = 1,2, , n\}$. Los requisitos se priorizan según este valor en orden decreciente.

3 Resultados y discusión

La presente sección, describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias. Se realizó un estudio de caso aplicado a una organización para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias. El objetivo consistió en determinar la toma de decisiones para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método.

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$E = \{e_1, , e_3\}$, que representan los 3 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$Ps = \{Ps_1, , Ps_6\}$, de 6 Casos de análisis

A partir de la valoración de los

$C = \{c_1, , c_7\}$ los cuales conforman los 7 criterios valorativos.

La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

Tabla 1: Criterios utilizados para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias.

No	Criterio	Descripción
1	Eficacia antibacteriana	Medir la reducción de la carga bacteriana en el conducto radicular después de la activación del irrigante. Esto puede incluir cultivos microbiológicos o pruebas de viabilidad celular.
2	Distribución del irrigante	Evaluar la capacidad del irrigante para alcanzar y penetrar en todas las áreas del conducto radicular, incluyendo complejidades anatómicas como curvas o ramificaciones.
3	Eliminación de debris	Observar la efectividad en la remoción de residuos dentales, como tejido necrótico y restos de la pasta, después de la activación. Esto puede medirse visualmente o a través de evaluaciones volumétricas.
4	Afectación del tejido periapical	Analizar el impacto que tiene la activación de irrigantes en el tejido periapical circundante, buscando tanto efectos positivos en la desinfección como potenciales efectos adversos.
5	Tiempos de activación	Evaluar la duración óptima de la activación ultrasónica o manual para lograr la desinfección más efectiva sin causar daño al tejido dental.
6	Interacción con materiales de relleno	Considerar si la activación del irrigante afecta la integridad de los materiales de obturación del conducto (como gutapercha) o de selladores utilizados.
7	Experiencia del operador	Tomar en cuenta la habilidad y la técnica del operador en la aplicación de las técnicas de irrigación ultrasónica y manual, lo que puede influir significativamente en los resultados obtenidos.

Cada experto podría dar la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Se elige un dominio lingüístico común para verbalizar los resultados que se expresan en la Figura 2.

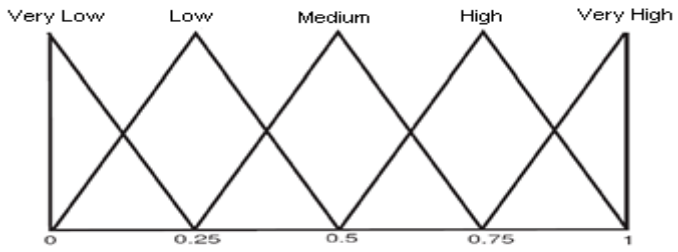


Figura 2. Dominio de Selección S_T.

Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2 [17].

Tabla 2: 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)

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre los casos de análisis, son almacenadas para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la Tabla 3. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T.

Tabla 3: Presentación de los resultados

	e_1			e_2			e_3		
c_1	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.4, 0.1]
c_2	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]
c_3	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.5, 0.1, 0.4]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]
c_4	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.5, 0.2, 0.4]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]
c_5	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.4, 0.1]
c_6	[0.5, 0.1, 0.4]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]
c_7	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación de los casos de análisis. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por para cada experto [19, 26, 28]. En este caso los vectores de ponderación W=(0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6).

Tabla 4: Procesamiento del resultado de los datos.

Casos de análisis	Preferencias
Ps_1	[0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]
Ps_2	[0.6, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]
Ps_3	[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]
Ps_4	[0.9, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.9, 0.9]
Ps_5	[0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]
Ps_6	[0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6, 0.6]

Para calcular la evaluación colectiva, el operador 2-TLNNWA se utiliza el vector de ponderación V= [0.6, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.6] de la tabla 5.

Tabla 5: Evaluación colectiva para los casos de análisis.

[0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]	Ps_5
[0.6, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]	Ps_2
[0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]	Ps_1
[0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6, 0.6]	Ps_6

Finalmente, se ordenan todas las evaluaciones colectivas y se establece una clasificación entre los casos de análisis con el propósito de identificar las mejores alternativas de puntuación calculadas.

Tabla 6: Resultados de la función de puntuación.

[0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]	Ps_5
[0.6, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]	Ps_2
[0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.6, 0.6]	Ps_1

En el estudio de caso, la clasificación de los casos de análisis quedó recomendada como sigue:
$Ps_5 < Ps_2 < Ps_1$, siendo este el para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias, lo que puede influir significativamente en los resultados obtenidos.

4 Discusión

Bajo los criterios y opiniones de los autores para el desarrollo del artículo se expone que las dos técnicas de activación tanto manual como ultrasónica dejan remanentes de tejido pulpar en el interior del conducto radicular [1], [2]. En este estudio la técnica ultrasónica es la que más eficacia tuvo ya que permitió eliminar de forma versátil los tejidos, seguidos de una jeringa convencional como es el Endocativador, y por última la técnica Endo manual [21, 33].

En un estudio realizado por demostró que la irrigación ultrasónica pasiva asociada con hipoclorito de sodio al 2,5% fue eficaz en la eliminación del biofilm del interior de los conductos radiculares, comparada con la irrigación convencional o manual con jeringa. Sin embargo, al ser asociado con una concentración del 1% de hipoclorito de sodio, la irrigación ultrasónica pasiva no mostró diferencias significativas en la eliminación del biofilm de Enterococcus faecalis en comparación con la irrigación con jeringa [22, 29].

Varios estudios mencionan que la activación ultrasónica de los irrigantes, posterior a la instrumentación manual mejora la limpieza de los sistemas de los conductos y de los istmos.

La irrigación ultrasónica pasiva a los 4 milímetros triplica la eficacia de limpieza en un 88% en comparación a la manual con 25% de efectividad. En los últimos 3 y 2 milímetros, la irrigación manual no obtuvo resultados satisfactorios; sin embargo, bajo el método de ultrasonido se logra un 60% y 24% de eficiencia en ambos niveles respectivamente, es decir, el tercio apical se encuentra mucho más limpio en toda su extensión bajo el método ultrasónico pasivo que cuando se compara con la técnica de irrigación manual. Esto coincide con estudios de Van der Sluis 6, Borro 2, y Vineet 12 en donde obtienen mayor eficacia de la IUP que la irrigación por jeringa [23, 26].

En cuanto a la determinación y comparación del grado de limpieza del sistema de irrigación manual e irrigación ultrasónica pasiva, se demostró que la agitación ultrasónica pasiva con NaOCl 2.5% mejoró el desbridamiento de los canales radiculares en el tercio apical; por lo que se obtuvo mayor grado de limpieza en comparación con la irrigación manual, que mostró significativamente más residuos de barrido dentinario en el tercio apical [24, 30].

En cuanto a la evaluación y comparación de efectividad del sistema de irrigación manual e irrigación ultrasónica pasiva, se determinó que la IUP con NaOCl 2.5% es más efectiva en la eliminación de residuos de barrido dentinario del canal radicular que la irrigación manual. En consecuencia, la activación del irrigante potenció la acción disolvente de tejido orgánico, y al mismo tiempo mejoró el arrastre mecánico de residuos dentinarios hacia el exterior del conducto, maximizando su eficiencia en el tercio apical del sistema de conducto radicular [24, 34], [25, 26].

5 Conclusión

A partir del desarrollo de la investigación propuesta, se obtuvo un método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la activación de irrigantes de forma ultrasónica y manual en las desinfecciones de conductos radiculares en endodoncias. La implementación del método propuesto, basó su funcionamiento en métodos neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

A pesar que la activación ultrasónica tiene una mayor aceptación que la sónica, existen múltiples estudios donde no se encuentran diferencias significativas en cuanto a cual técnica es mejor, lo que va a depender de muchos factores como el tipo de pieza dental, su manipulación, para que tipo de patología se va a utilizar, entre otras, lo que sugiere que hay que seguir realizando estudios experimentales para determinar con una mayor precisión cual método de activación es mejor o definitivamente si ambos lo son.

Respecto a la capacidad de los ultrasonidos para la erradicación de bacterias, en la mayoría de los estudios analizados se empleó el sistema y se observó que su empleo después de la instrumentación provoca una reducción significativa del número de bacterias, alcanzando resultados mucho mejores que con la jeringa clásica y otros métodos de activación de irrigantes como es el manual.

Este sistema también causó una reducción considerable en la cantidad de unidades formadoras de colonias o acumulación de bacterias en los conductos radiculares. Estos resultados positivos podrían atribuirse a dos factores principales: la potencia ultrasónica provoca la separación de los biofilms de la pared del conducto, y que la bacteria se hace más permeable al hipoclorito sódico gracias a un debilitamiento temporal de la membra.

Referencias

[1] V. I. Pérez De Arce Carrasco, P. A. Rodríguez Olivares, and D. Echeverri Caballero, "Activación sónica versus ultrasónica de EDTA al 10% para remoción de barrillo dentinario en el tercio apical del canal radicular," *International journal of odontostomatology,* vol. 8, no. 1, pp. 153-159, 2014.

[2] M. M. G. Palacios, N. S. P. Reyes, and D. C. B. Pijal, "Irrigación ultrasonica en endodoncia: análisis del estado del arte," *Universidad y Sociedad,* vol. 14, no. S3, pp. 476-486, 2022.

[3] A. Retsas, R. J. Dijkstra, L. van der Sluis, and C. Boutsioukis, "The effect of the ultrasonic irrigant activation protocol on the removal of a dual-species biofilm from artificial lateral canals," *Journal of endodontics,* vol. 48, no. 6, pp. 775-780, 2022.

[4] J. F. I. de la Vega, J. E. M. Paredes, L. C. N. Leite, and R. X. R. Cazares, "Efectividad antibacteriana entre sistema de irrigación ultrasónica pasiva y continua sobre Enterococcus faecalis. Estudio in vitro," *Odontología,* vol. 23, no. 2, pp. e3272-e3272, 2021.

[5] 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.

[6] 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.

[7] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 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.

[12] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[13] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.

[14] 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.

[15] 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.

[16] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.

[17] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[18] J. Wang, G. Wei, and Y. Wei, "Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators," *Symmetry,* vol. 10, no. 5, pp. 131, 2018.

[19] F. Mata, "Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüisticos multigranulares," *Universidad de Jaén, Doctoral Thesis Jaén*, 2006.

[20] 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," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[21] P. Varela Domínguez, "Eficacia de diferentes sistemas de irrigación en conductos radiculares instrumentados con una lima reciprocante," 2016.

[22] H. Monardes Cortés, M. Martínez Uribe, F. Arriagada Arriagada, and J. Abarca Reveco, "Capacidad de Disolución del Hipoclorito de Sodio con o sin Activación," *Avances en Odontoestomatología,* vol. 35, no. 3, pp. 113-118, 2019.

[23] A. García Delgado, J. Martín-González, L. Castellanos-Cosano, M. Martín Jiménez, and J. Segura-Egea, "Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares," *Avances en odontoestomatologia,* vol. 30, no. 2, pp. 79-94, 2014.

[24] K. P. F. Mera, S. M. Mosquera, and D. D. G. Jácome, "La fotografía como herramienta de identificación personal y su uso en odontología: una revisión de la literatura," *RECIMUNDO,* vol. 4, no. 4, pp. 449-458, 2020.

[25] M. Carvajal, and C. Gómez, "Irrigantes en endodoncia. Limpieza y desinfección en el tratamiento endodóntico," 2015.

[26] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" CIENCIAMATRIA, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.

[27] Leyva Vázquez, M. Y., Ricardo, J. E., & Smarandache, F. "Enhancing Set-Theoretic Research Methods with Neutrosophic Sets". HyperSoft Set Methods in Engineering, vol. 2 núm. 96, 2024.

[28] Leyva, M., Hernández, R., & Estupiñán, J. "Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica". Universidad Y Sociedad, vol. 13 núm. S3, pp 262-266, 2021.

[29] Rodríguez, M. D. O., León, C. A. M., Rivera, C. D. N., Cueva, C. M. B. R., & Ricardo, C. J. E. "HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS". Infinite Study, 2019.

[30] Smarandache, F., Ricardo, J. E., Caballero, E. G., Vázquez, M. Y. L., & Hernández, N. B. "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment". Infinite Study, 2020.

[31] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2024.

[32] Márquez-Sánchez, F., & Sorhegui-Ortega, R. "La Globalización y los dilemas del Desarrollo (Globalization and the Dilemmas of Development)." In III Congreso Científico Internacional" Sociedad del Conocimiento: Retos y Perspectivas". Samborondón, Ecuador, 2021.

[33] ORAMAS, O., ORTIZ, M., & MARQUEZ, S. F. "Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros." Revista Espacios, vol. 41 núm. 1, 2020.

[34] Alfonso Caveda, D., Sorhegui Ortega, R. A., Márquez Sánchez, F., & Bustamante Chán, M. M. "El modelo pedagógico de la Universidad Tecnológica Ecotec: fundamentos epistemológicos, didácticos y metodológicos para su implementación." Revista científica ecociencia, vol. 2 núm. 3, pp 1-12, 2015.

Recibido: 18 de octubre de 2024. Aceptada: 12 de noviembre de 2024

NCML

Neutrosophic Computing and Machine Learning

UNIVERSITY OF NEW MEXICO, NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION AND LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF NEUTROSOPHIC SCIENCES

Information about the Journal

Neutrosophic Computation and Machine Learning (NCML) is an academic journal that has been created for publications of advanced studies in neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic logic, neutrosophic probability, neutrosophic statistics, Neutrosophic approaches to machine learning, etc. and their applications in any field.

All submitted papers should be professional, in good English or Spanish language, containing a brief review of a problem and obtained results.

All submissions should be designed in using our template.

To submit a paper, e-mail the file to the Editors-in-Chief. To order printed issues, contact the editors. This journal is open-access, non-commercial, academic edition. It is printed for private donations.

The neutrosophics website at UNM is:
http://fs.unm.edu/neutrosophy.htm

The home page of the Journal is accessed on:
http://fs.unm.edu/NCML/

Prof. Florentin Smarandache, PhD,
Postdoc, Mathematics Department,
University of New Mexico, Gallup,
NM 87301, USA.
Email: smarand@unm.edu

Prof. Maikel Leyva _ Vázquez, PhD,
Universidad Politécnica Salesiana,
Carrera de Ingeniería en Sistemas,
Guayaquil. Ecuador.
Email: mleyvaz@gmail.com

$39,95