



Método neutrosófico para la evaluación de criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson.

Neutrosophic method for the evaluation of diagnostic criteria for Parkinson's disease.

Piedad Elizabeth Acurio Padilla¹, Luis Fernando Naranjo Ruiz², and Adriana Lissette Trávez Núñez³

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. **E-mail:** ua.piedadacurio@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. **E-mail:** luisnr02@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. **E-mail:** ma.adrianaltn41@uniandes.edu.ec

Resumen. La enfermedad de Parkinson es un síndrome clínico reconocible con una variedad de causas y presentaciones clínicas. Representa una afección neurodegenerativa de rápido crecimiento. Tiene como sintomatología de importancia el temblor en reposo, rigidez, estreñimiento, marcha Parkinsoniana, bloqueo en miembros inferiores de parte distal y cambios en el estado de ánimo, afección en la memoria, acompañado de disociación de la coordinación corporal, disociación neuromotora al tratar de cumplir varias actividades. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método para la evaluación de criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson. El método basa su funcionamiento mediante números neutrosóficos para modelar la incertidumbre. Se obtuvo como resultado un método que permite la evaluación mediante las manifestaciones clínicas de la Enfermedad de Parkinson para poder tener una mejor comprensión y llegar a tener un correcto manejo por el alto número de prevalencia a nivel global de casos confirmados de pacientes positivos a Parkinson.

Palabras Claves: método neutrosófico, evaluación, criterios diagnósticos, enfermedad de Parkinson.

Abstract. Parkinson's disease is a recognizable clinical syndrome with a variety of causes and clinical presentations. It represents a rapidly growing neurodegenerative condition. Its important symptoms are tremor at rest, rigidity, constipation, Parkinsonian gait, distal lower limb blockage and mood swings, memory impairment, accompanied by dissociation of body coordination, neuromotor dissociation when trying to perform various activities. The present research aims to develop a method for the evaluation of diagnostic criteria for Parkinson's disease. The method bases its operation on neutrosophic numbers to model uncertainty. The result is a method that allows the evaluation through the clinical manifestations of Parkinson's disease in order to have a better understanding and achieve a correct management due to the high prevalence of confirmed cases of patients positive for Parkinson's disease globally.

Keywords: Neutrosophic method, evaluation, diagnostic criteria, Parkinson's disease.

1 Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, los trastornos neurológicos afectan en el mundo a unos mil millones de personas, de las cuales el 6,8% mueren anualmente a causa de las mismas. La enfermedad de Parkinson (EP) es un desorden neurodegenerativo con una prevalencia mundial de más del 1% en pacientes mayores de 65 años. Es frecuente en pacientes adultos mayores a partir de los 60 años en adelante e infrecuente en pacientes jóvenes menores de 50 años. Además de ser muy complejo, es caracterizado por la presencia de síntomas motores y no motores, relacionados con el daño de múltiples estructuras del sistema nervioso central y periférico [1].

La enfermedad de Parkinson es un trastorno neurológico de notable complejidad, cuya comprensión ha evolucionado con el tiempo. Tradicionalmente, se ha caracterizado por los síntomas motores clásicos asociados al parkinsonismo, tales como temblor, rigidez y bradicinesia, que están vinculados a la presencia de cuerpos de Lewy y la pérdida de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra del cerebro. Sin embargo, en la actualidad se reconoce que la sintomatología de la enfermedad es mucho más heterogénea e incluye características no moto-

ras que son clínicamente significativas.

Además, la patología de la enfermedad de Parkinson se extiende a diversas regiones del sistema nervioso y está implicada en múltiples neurotransmisores y agregados proteicos, además de los cuerpos de Lewy. Aunque la causa exacta de la enfermedad permanece desconocida, los estudios recientes sugieren que el riesgo de desarrollarla no se debe principalmente a factores ambientales, como se pensaba anteriormente. En cambio, parece que la enfermedad resulta de una interacción compleja entre factores genéticos y ambientales que afectan varios procesos celulares fundamentales.

Esta complejidad en la enfermedad de Parkinson conlleva significativos desafíos clínicos. Uno de los principales problemas es la incapacidad de realizar un diagnóstico definitivo en las etapas iniciales de la enfermedad, así como las dificultades en el manejo de los síntomas durante las fases más avanzadas. Además, hasta la fecha no existen tratamientos que logren ralentizar el proceso neurodegenerativo asociado con esta enfermedad. [2].

Se ha demostrado que la EP afecta a más del 15 % de las personas mayores de 60 años mientras que en las personas jóvenes menores de los 60 años afecta al 1% de la población en general. Aunque su etiología aún no está clara, se estima que el riesgo de desarrollar Enfermedad de Parkinson aumenta cada año.

Los resultados obtenidos en la mayoría de los estudios a nivel mundial muestran que el riesgo para los varones en comparación con las mujeres es del 3 % al 1 %. Se debe tener en cuenta los criterios de inclusión y exclusión según las guías americanas y europeas en las cuales podemos hacer hincapié en las actualizadas y de mayor uso para diagnóstico ya que en la patología abundan los síntomas motores cuya importancia no debe subestimarse por varias razones fundamentales: pueden ser la clave para un diagnóstico precoz de la enfermedad, su frecuencia de presentación es notable, son determinantes de la calidad de vida y su tratamiento supone un reto, lo que tiene importantes implicaciones pronósticas. El estudio de los síntomas no motores es importante en la actualidad debido al grado de discapacidad que causan en los pacientes.

En el Ecuador, se realizó por primera vez un estudio epidemiológico transversal puerta a puerta en el país sobre la Enfermedad de Parkinson, encontrando una prevalencia de 243 casos por 100.000 habitantes, acorde con las estadísticas señalamos que es muy infrecuente en pacientes menores de los 50 años [3], [22], [24].

El diagnóstico de la enfermedad es predominantemente clínico, apoyado en estudios diagnósticos para lo cual es necesario conocer los diferentes criterios para realizar un diagnóstico definitivo. Es por ello que se realiza la presente investigación con el objetivo de desarrollar un método neutrosófico para la evaluación de criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson.

2 Materiales y métodos

La evaluación de criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson puede ser modelado como un problema de toma de decisión multicriterio [4]. De modo que se tenga [5], [6],[7]:

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

La evaluación de criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson está conformada por el grupo de criterios que determinan el impacto en el paciente que pueden ser modelado mediante números neutrosóficos propuesta por Smarandache [8], [9], [10].

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) [11], [12], [23]. El nivel de impacto es expresado mediante tres condiciones:

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

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado como [13-16]:

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 criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson se diseñó mediante un flujo de trabajo compuesto por cuatro actividades que en su integración conforman la evaluación criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson. 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. Consiste en la recolección de informaciones históricas almacenadas sobre casos similares. 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.

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

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 [17], [18]. Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*)$ sea un vector de números SVN, tal que: $A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$, $j=(1,2, \dots, n)$, $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ ($i=1,2, \dots, m$), sean m vectores de n SVN números.

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

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

($i=1,2,3, \dots, m$)

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 [18], [19], [21].

Actividad 3 Filtrado y comparación de los datos

La actividad consiste en evaluar el comportamiento de los indicadores para la evaluación de los criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson para un determinado caso. Para ello se utiliza la escala lingüística S , $V_k^j \in S$.

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

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

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 caso, matemáticamente, los que obtengan mayor similitud.

3 Resultado y discusión

El método propuesto fue probado para la evaluación de criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson. 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:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6\},$$

Se utilizan varias escalas de calificación para la evaluación de la discapacidad motora y la discapacidad en pacientes con enfermedad de Parkinson, pero la mayoría de estas escalas no se han evaluado completamente en cuanto a validez y confiabilidad. La escala de Hoehn y Yahr se usa comúnmente para comparar grupos de pacientes y para proporcionar una evaluación general de la progresión de la enfermedad, que va desde la etapa 0 (sin signos de enfermedad) hasta la etapa 5 (en silla de ruedas o en cama a menos que reciba asistencia) [19, 20].

Tabla 1. Escalas de calificación para la evaluación de la discapacidad motora.

Escala de Hoehn-Yahr modificada	
Estadio 1	Afectación unilateral
Estadio 1,5	Afectación unilateral y axial
Estadio 2	Afectación bilateral y axial sin alteración del equilibrio
Estadio 2,5	Afectación bilateral y axial leve con recuperación del pull-test
Estadio 3	Afectación bilateral y axial moderada con inestabilidad postural en el pull-test. Aparición de trastornos de equilibrio y afectación reflejos posturales.
Estadio 4	Afectación bilateral con inestabilidad postural importante. Paciente dependiente en la marcha y Actividades de la Vida Diaria (AVD).
Estadio 5	Paciente totalmente dependiente, en fase de encamamiento o necesidad de silla de ruedas.

La escala de clasificación unificada de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS) es la escala mejor establecida para evaluar la discapacidad y el deterioro. Los estudios que utilizan UPDRS para rastrear la progresión de la Enfermedad de Parkinson sugieren que el curso de la EP no es lineal y que la tasa de deterioro es variable y más rápida en la fase temprana de la enfermedad y en pacientes con inestabilidad postural y dificultad para caminar. En un estudio prospectivo de 145 pacientes clínicos seguidos durante 1 año y de 124 pacientes comunitarios seguidos durante 4 años, la tasa media anual de deterioro en las puntuaciones motoras y de discapacidad osciló entre el 2,4% y el 7,4%. La UPDRS actual está siendo revisada para que la escala sea más sensible al detectar pequeños cambios e integre elementos no motores. Otros tipos de escalas de calificación incluyen las que evalúan las manifestaciones psiquiátricas, por ejemplo: la depresión y la calidad de vida.

Los disturbios gastrointestinales pueden preceder la ocurrencia de síntomas motores, aunque pueden presentarse en cualquier estadio y van empeorando durante el curso. Una explicación para estas observaciones corresponde a la inclusión de cuerpos de Lewy en los plexos de Meissner y Auerbach. Disturbios en el sueño y el despertar afectan a la mayoría de pacientes de manera temprana y su prevalencia aumenta con la duración de la enfermedad. Las disfunciones autonómicas son comunes y comprometen a la vejiga, el intestino, así como complicaciones cardiovasculares por denervación noradrenérgica del tejido cardíaco.

Las manifestaciones neuropsiquiátricas como la ansiedad y la depresión ocurren desde el pródromo de la fase premotora hasta los estadios tardíos. La ansiedad generalizada, ataques de pánico y fobias sociales son usuales y no siempre se acompañan por depresión. La depresión es común en comparación con las personas sin Enfermedad de Parkinson generalmente es leve y con frecuencia comprende apatía y anhedonia. Los déficits cognitivos y la demencia son considerados componentes tardíos en la enfermedad de Parkinson. El inicio tardío de demencia es caracterizado por déficit visual de construcción espacial y reconocimiento.

El diagnóstico de la EP inicialmente está basado en la historia clínica y el examen físico. La historia clínica puede proporcionar datos de antecedentes familiares de primer grado y síntomas motores o no motores.

La “*International Parkinson and Movement Disorder Society*”, establece criterios designados a la investigación, pero pueden ser utilizados como guía diagnóstica, denominados “*Clinical Diagnostic Criteria for*

Parkinson 's disease (MDS-PD Criterio)”. El prerrequisito para aplicar los criterios que corresponde al Parkinson ismo, definido como bradiquinesia en combinación con temblor en reposo, rigidez o ambos.

A partir del conjunto de etiquetas lingüísticas que se presenta en la tabla 2 [17], definidas como:

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)

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.

$$P_e = \{EB, EB, MMB, MB, MMB, MB, EB\} \tag{7}$$

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.

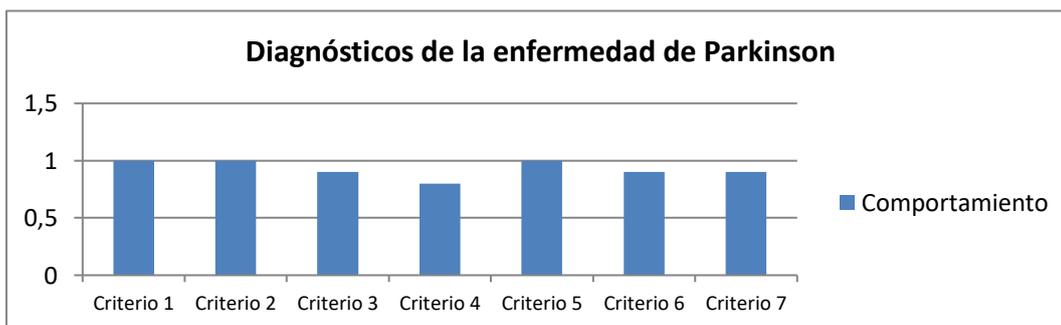


Figura 1. Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 1.

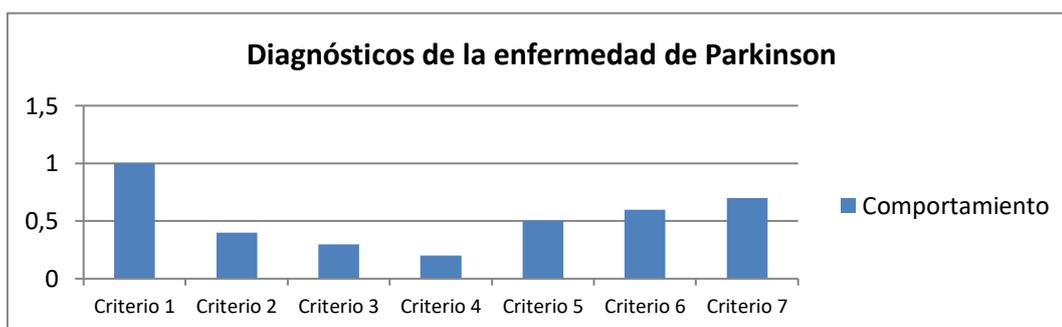


Figura 2. Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 2.

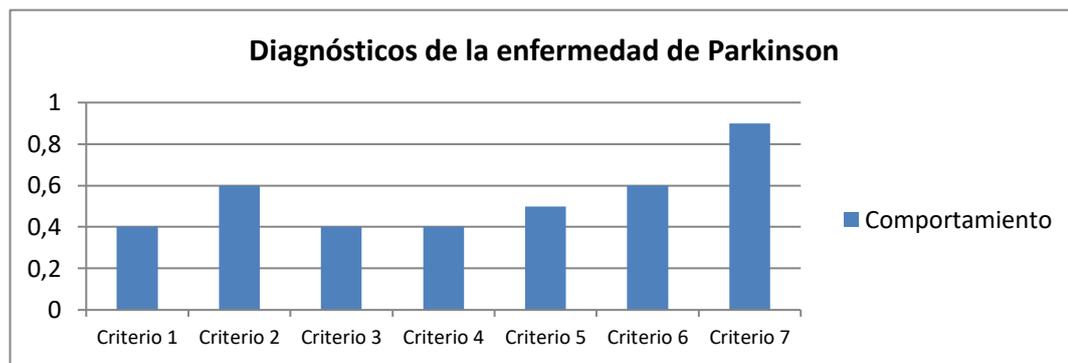


Figura 3. Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 3.

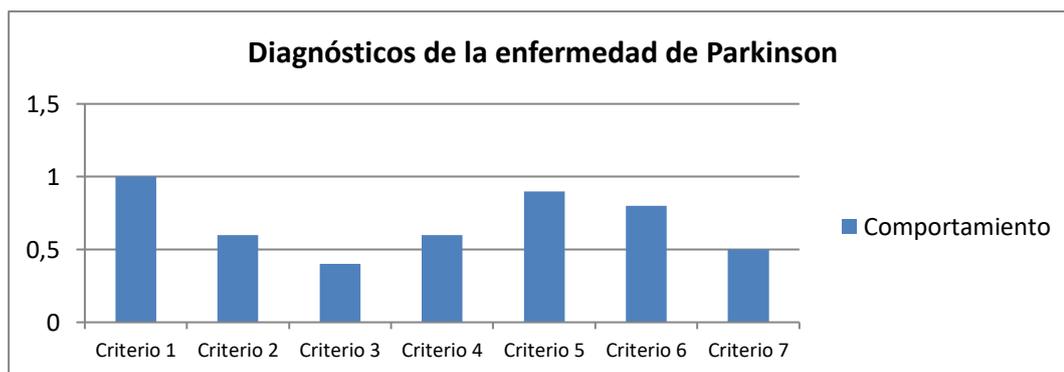


Figura 4. Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 4.

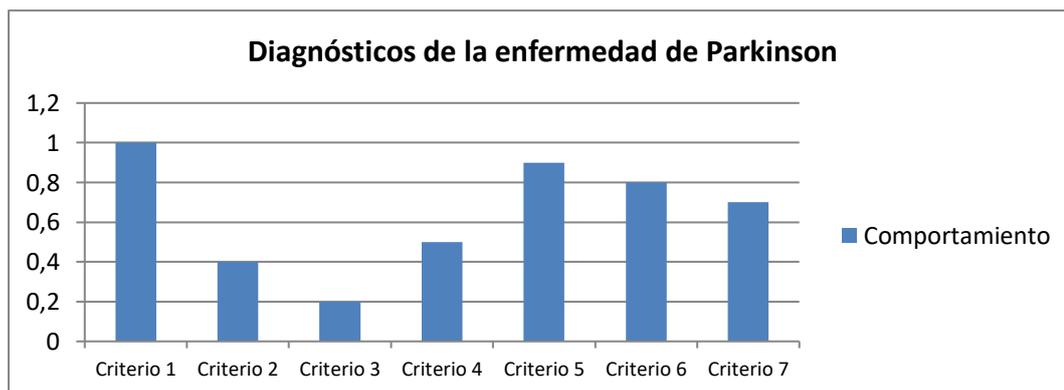


Figura 5. Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 5.

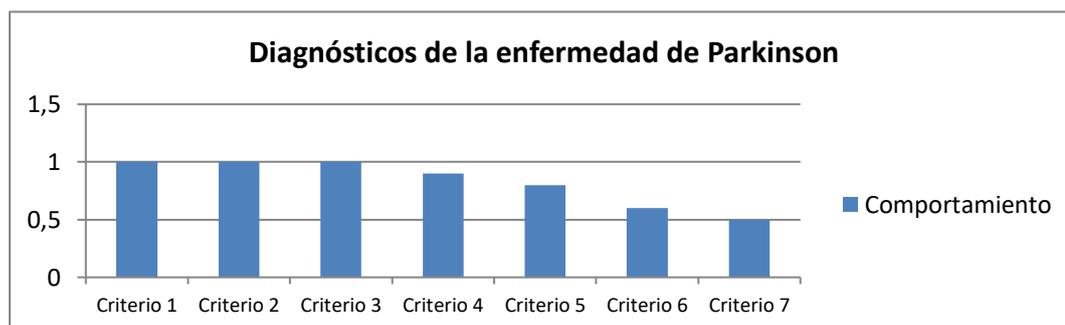


Figura 6. Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 6.

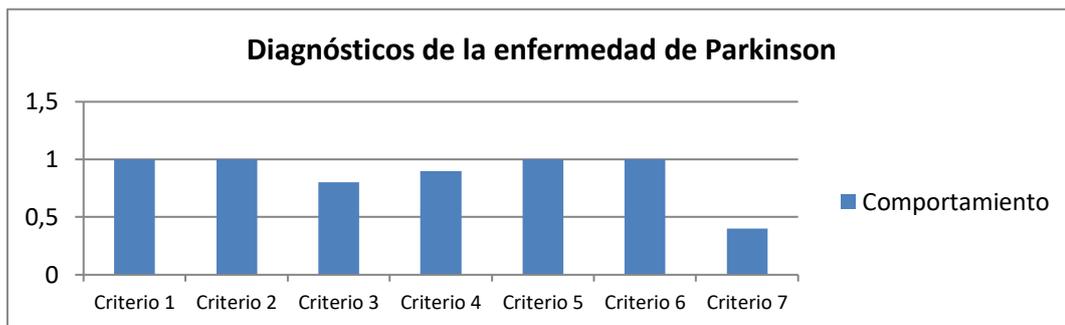


Figura 7. Mapa de datos del comportamiento de la alternativa 7.

Una vez obtenido el mapa de las alternativas se obtuvo el cálculo de la similitud que se muestra mediante la tabla 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
0.98	0.45	0.60	0.70	0.65	0.72	0.86

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.

$$\{a_1, a_7, a_6\} \tag{8}$$

A partir del ordenamiento el método realiza como recomendación la (a_1) que se corresponden con la evaluación de criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson y posteriormente (a_7) como segundo nivel de diagnóstico de la enfermedad de Parkinson.

Conclusión

Mediante el desarrollo de la investigación se obtuvo un método para la evaluación de criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson. Se basó el funcionamiento en números neutrosóficos para modelar la incertidumbre. Se obtuvo la evaluación mediante las manifestaciones clínicas de la enfermedad de Parkinson para poder tener una mejor comprensión y llegar a tener un correcto manejo por el alto número de prevalencia a nivel global de casos confirmados de pacientes positivos a Parkinson.

El método neutrosófico ha demostrado ser una herramienta efectiva y robusta para la evaluación de los criterios diagnósticos de la enfermedad de Parkinson. Al integrar el análisis neutrosófico, que permite manejar la incertidumbre, la indeterminación y la imprecisión inherentes en los datos médicos, se ha logrado una evaluación más precisa y fiable. Los resultados obtenidos indican que este enfoque puede mejorar significativamente la identificación temprana y la clasificación de los síntomas del Parkinson, lo cual es crucial para iniciar tratamientos más oportunos y adecuados.

La aplicación del método neutrosófico ha permitido una mejor comprensión de las interrelaciones entre los diferentes criterios diagnósticos. Este enfoque ha facilitado la identificación de patrones y correlaciones que no son evidentes mediante métodos tradicionales. La capacidad del método para manejar datos incompletos y contradictorios es particularmente valiosa en el contexto clínico, donde la información sobre los pacientes puede ser inconsistente o estar sujeta a variaciones subjetivas.

La investigación destaca la importancia de continuar desarrollando y refinando técnicas neutrosóficas en el campo de la medicina. La implementación de este método no solo tiene el potencial de mejorar los procesos diagnósticos, sino que también puede contribuir al diseño de protocolos de tratamiento más personalizados y efectivos. La validación adicional y la aplicación en estudios clínicos más amplios serán pasos cruciales para consolidar el uso del método neutrosófico como una herramienta estándar en la evaluación de la enfermedad de Parkinson.

Referencias

[1] D. BERGERON, R. CALIXTO, Z. EBRAHIMIAN, R. BROWN, K. NIIZATO, and M. PEROUANSKY, "Sir William Osler and the evolving neurological sciences," *Lancet*, vol. 11, pp. 999-1004, 2012.

- [2] M. Fayyad, S. Salim, N. Majbour, D. Erskine, E. Stoops, B. Mollenhauer, and O. M. El - Agnaf, "Parkinson's disease biomarkers based on α - synuclein," *Journal of neurochemistry*, vol. 150, no. 5, pp. 626-636, 2019.
- [3] S. Cerri, L. Mus, and F. Blandini, "Parkinson's disease in women and men: what's the difference?," *Journal of Parkinson's disease*, vol. 9, no. 3, pp. 501-515, 2019.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [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] 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.
- [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*: Hexis, 2005.
- [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*: Infinite Study, 2005.
- [12] F. Martínez, "Aplicaciones al modelo conexionista de lenguaje y su aplicación al reconocimiento de secuencias y traducción automática," Universidad Politécnica de Valencia, 2012.
- [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] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making method based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
- [18] 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.
- [19] J. S. Saavedra Moreno, P. A. Millán, and O. F. Buritica Henao, "Introducción, epidemiología y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson," *Acta neurológica colombiana*, vol. 35, pp. 2-10, 2019.
- [20] von Feigenblatt, O. F., & Ricardo, J. E. "The challenge of sustainability in developing countries: the case of Thailand". *Universidad y Sociedad*, Vol 15 núm 4, pp 394-402, 2023.
- [21] 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, núm 10, pp 161-173, 2022
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] Ricardo, J. E., Vásquez, Á. B. M., Herrera, R. A. A., Álvarez, A. E. V., Jara, J. I. E., & Hernández, N. B. "Management System of Higher Education in Ecuador. Impact on the Learning Process". *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore*, (Special), 2028.

Recibido: mayo 29, 2024. **Aceptado:** junio 19, 2024