



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 Yarpaz¹, Darío Fernando Pozo Guerrón², and Katherine Zoraya Días Báez³

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, el 4.7% 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 "Naranja" 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
 $R = \{R_1, \dots, R_n\}, n \geq 2$;
- Que son expuestos al conjunto de alternativas que representan los casos clínicos
 $I = \{I_1, \dots, I_m\}, m \geq 2$;

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> 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 [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.

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

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], [25]. 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, 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: $S = \{S_1, \dots, S_g\}$ 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).

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

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 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.

$$P_e = \{MDB, MDM, MMB, MMM, MA\} \tag{7}$$

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.

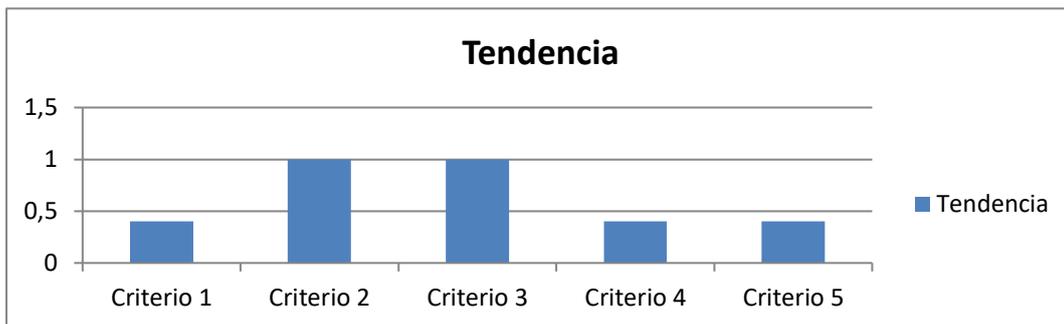


Figura 1: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 1.

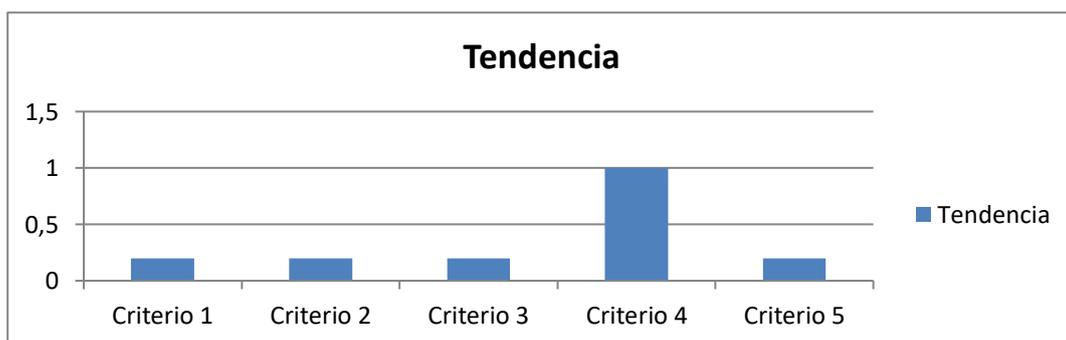


Figura 2: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 2.

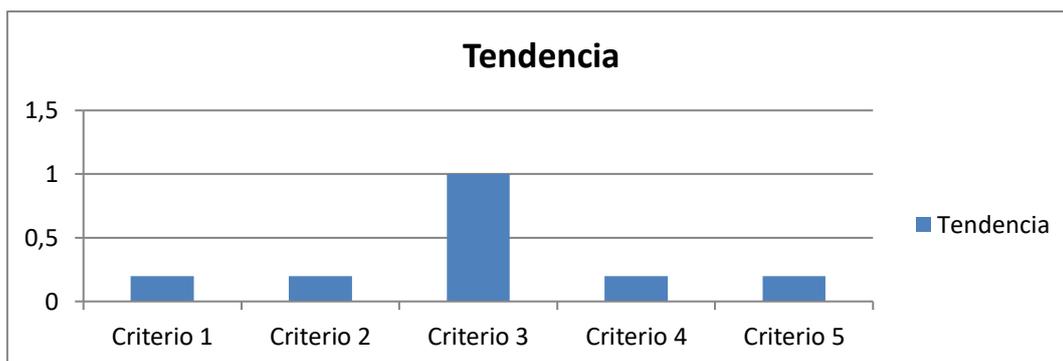


Figura 3: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 3.

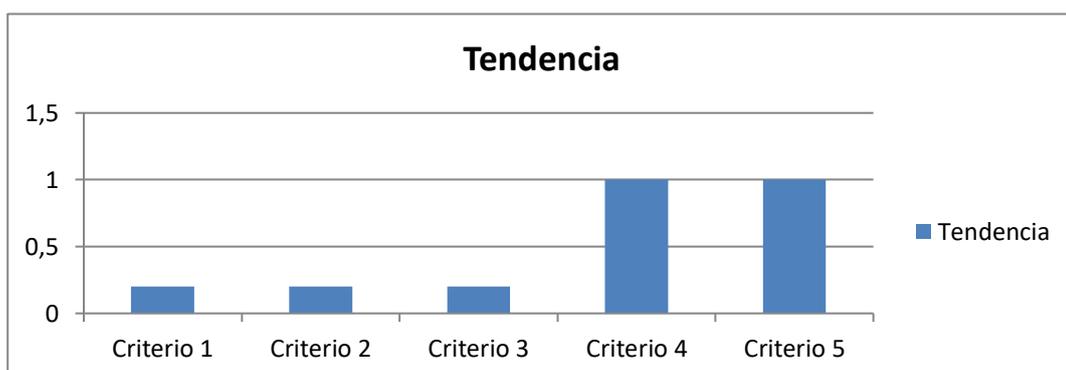


Figura 4: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 4.

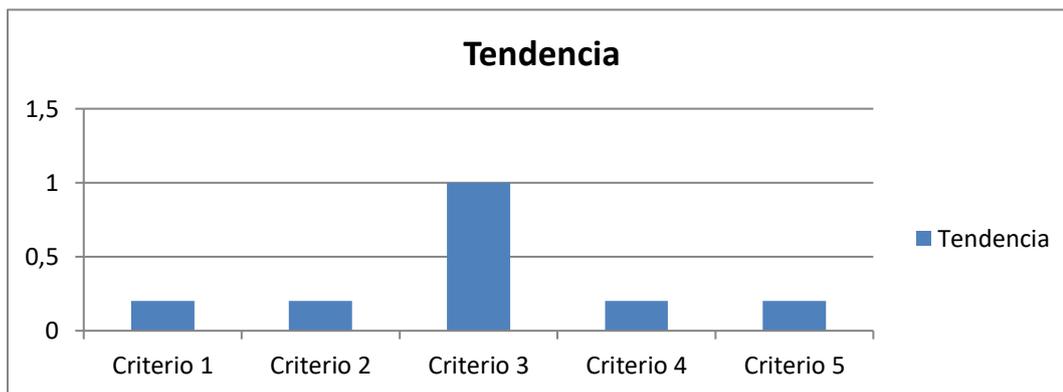


Figura 5: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 5.

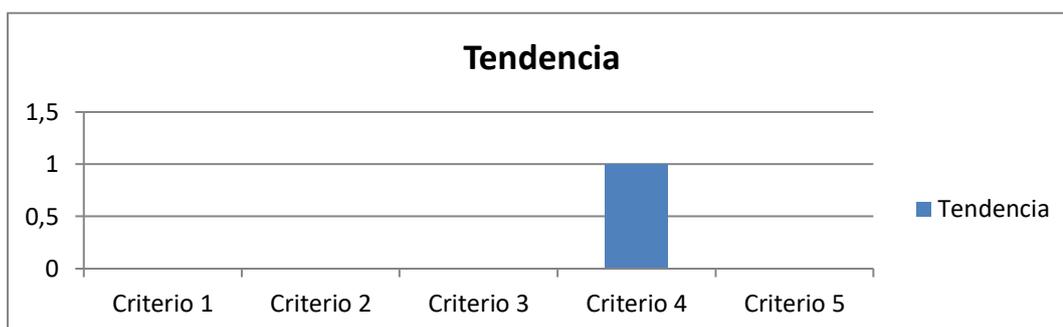


Figura 6: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 6.

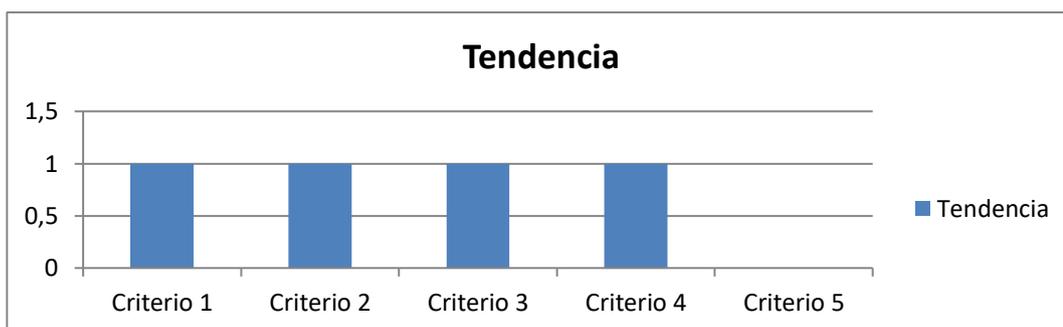


Figura 7: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 7.

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.

$$\{a_3, a_4, a_5\} \tag{8}$$

A partir del ordenamiento el método realiza como recomendación la (a_3) que se corresponden con la Leonel G. Ruano Y, Darío F. Pozo G, Katherine Z. Días B. Método neutrosófico para la evaluación de los factores relacionados al incumplimiento del esquema de vacunación en niños menores de seis meses

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 Politécnica 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, "Neutrosophia 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