



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 Guaman¹, Cristina Jennifer Cuesta Sánchez², and Fredy Alexander Medina Mendaño³

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 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.

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\} \tag{2}$$

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:

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

Para aumentar la interpretatividad en la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios se utilizan términos lingüísticos basados en 2-tuplas 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.

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

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 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.

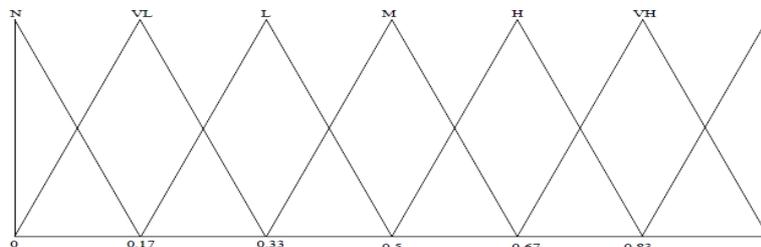


Figura 1. Conjunto de etiquetas lingüísticas.

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:

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

A las cuales se les obtienen las preferencias P:

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

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.

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

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 $W = w_1, \dots, w_n \in [0,1]^n$ tal que: $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, 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 $\{u_1, \dots, u_n\}$

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

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

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.

b_j : 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 los 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.

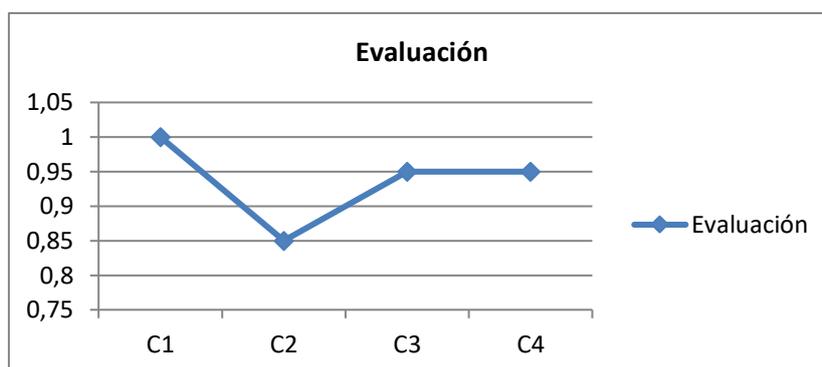


Figura 3. Comportamiento de las inferencias.

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 diabetes mellitus tipo 2 (DMt2) en el Instituto Nacional de Salud del 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. Mohammadi, "Diagnóstico de diabetes," *EMC-Tratado de Medicina*, vol. 25, no. 2, pp. 1-7, 2021.
- [7] A. Serikbaeva, Y. Li, B. Ganesh, R. Zekha, 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