



# Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de las causas y consecuencias del aborto espontáneo.

## Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of the causes and consequences of miscarriage.

Santiago Xavier Peñarreta Quezada<sup>1</sup>, Gilyary Mayumi Imbacuan Ayala<sup>2</sup>, Stefany Yamileth Mejía Ayala<sup>3</sup>, and Damaris Solange Narváez Guerron<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Ibarra, Ecuador. E-mail: [ui.santiagopq91@uniandes.edu.ec](mailto:ui.santiagopq91@uniandes.edu.ec)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Ibarra, Ecuador. E-mail: [gilyaryia83@uniandes.edu.ec](mailto:gilyaryia83@uniandes.edu.ec)

<sup>3</sup> Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Ibarra, Ecuador. E-mail: [stefanyma90@uniandes.edu.ec](mailto:stefanyma90@uniandes.edu.ec)

<sup>4</sup> Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Ibarra, Ecuador. E-mail: [damarisne95@uniandes.edu.ec](mailto:damarisne95@uniandes.edu.ec)

**Resumen.** El aborto espontáneo es la pérdida involuntaria del embrión o feto antes de las 20 semanas de gestación y representa una de las complicaciones más comunes y adversa del embarazo que se presenta entre el 12 y 15% de los embarazos. Esta enfermedad implica múltiples factores de riesgo de origen fetal como materno, que generan complicaciones y consecuencias graves para la salud materna. La presente investigación tiene como objetivo implementar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de las causas y consecuencias del aborto espontáneo. El método propuesto fue ejecutado en un estudio de caso. Los resultados sugieren que entre las principales causas maternas de aborto espontáneo se evidencia la edad superior a los 40 años como factor principal; sobrepeso y obesidad. La principal consecuencia materna del aborto espontáneo identificada es la hemorragia anteparto; y, en relación con la principal consecuencia fetal se evidenció la mortalidad perinatal. Estos resultados destacan la importancia de una evaluación integral de las mujeres embarazadas para identificar factores de riesgo y complicaciones asociadas con la amenaza de aborto espontáneo. Esto puede permitir intervenciones tempranas y estrategias de manejo que nos ayuden a mejorar los resultados maternos y fetales durante el embarazo.

**Palabras Claves:** Mapa Cognitivo Neutrosófico, aborto espontáneo, complicaciones maternas, complicaciones fetales.

**Abstract.** Spontaneous abortion is the involuntary loss of the embryo or fetus before 20 weeks of gestation and represents one of the most common and adverse complications of pregnancy, occurring in 12 to 15% of pregnancies. This disease involves multiple risk factors of fetal and maternal origin, which generate complications and serious consequences for maternal health. The present research aims to implement a Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of the causes and consequences of spontaneous abortion. The proposed method was implemented in a case study. The results suggest that among the main maternal causes of spontaneous abortion, age over 40 years is evident as the main factor; overweight and obesity. The main maternal consequence of spontaneous abortion identified is antepartum hemorrhage; and, in relation to the main fetal consequence, perinatal mortality was evident. These results highlight the importance of a comprehensive assessment of pregnant women to identify risk factors and complications associated with threatened miscarriage. This may allow for early interventions and management strategies that help us improve maternal and fetal outcomes during pregnancy.

**Keywords:** Neutrosophic Cognitive Map, spontaneous abortion, maternal complications, fetal complications.

### 1 Introducción

El aborto espontáneo, definido como la pérdida involuntaria del embrión o feto antes de las 20 semanas de gestación, es una complicación común y adversa del embarazo, afectando entre el 12 y 15% de los embarazos, según diversos estudios (referencias 2-4). Está clasificado en aborto temprano si ocurre antes de las 10 semanas de gestación, y en aborto tardío si se da entre las 10 y las 22 semanas [1]. Representa una de las complicaciones más comunes y adversa del embarazo que se presenta entre el 12 y 15% de los embarazos [2-4].

La Organización Mundial de la Salud define aborto espontáneo como la expulsión de un feto (embrión) que

pesa menos de 500 g, equivalente a aproximadamente 22 semanas de gestación [5]. La Sociedad Estadounidense de Medicina Reproductiva define el aborto espontáneo como la pérdida clínica del embarazo de menos de 20 semanas de gestación [6]. La Sociedad Europea de Reproducción Humana y Embriología define el aborto espontáneo como la pérdida del embarazo antes de las 22 semanas de gestación [7]. En la mayoría de los países, el límite de viabilidad está definido legalmente [8].

Esta complicación del embarazo implica múltiples factores y causas tanto de origen fetal como materno. La edad de la mujer y el número de abortos espontáneos previos tiene un efecto profundo en el riesgo de aborto espontáneo. Las mujeres jóvenes entre 20 a 29 tienen un riesgo de la enfermedad del 12% y aumento marcadamente hasta un 65% en mujeres en edades de 45 años o más. Similar efecto se evidencia en las mujeres sin antecedentes de aborto espontáneo con un riesgo aproximado del 11%, que se incrementa 10% por cada aborto espontáneo adicional, alcanzado un 42% en mujeres con tres o más abortos espontáneos previos [8]. Este grupo de mujeres con tres o más pérdidas del embarazo, se categorizan dentro de aborto espontáneo recurrente [9].

Entre los factores que producen un aborto espontáneo están incluidos factores tanto genéticos como no genéticos. En estos primeros se encuentran las anomalías cromosómicas y los polimorfismos, mientras que en los otros dependerá de la edad de la gestante (siendo las mujeres mayores de 40 años las que tienen mayor probabilidad de presentar abortos espontáneos como se mencionó anteriormente). Otros factores relacionados incluyen defectos endometriales; factores de riesgo de aborto espontáneo de los padres; factores de riesgo demográficos; factores de riesgo del estilo de vida; y, factores de riesgo clínicos (incluidos las infecciones bacterianas como vaginosis bacteriana, brucelosis, chlamydia trachomatis; enfermedades víricas como virus herpes simple tipo 1 y tipo 2, citomegalovirus, virus del papiloma humano, parvovirus B19, bocavirus, virus de inmunodeficiencia humana, poliomavirus, virus del dengue, hepatitis B, hepatitis C, coronavirus SARS, MERS, H1N1; infecciones por protozoarios como malaria y toxoplasmosis) [10].

Esta enfermedad implica consecuencias físicas y mentales para las mujeres [11]. Entre las complicaciones relacionadas se menciona que las mujeres con antecedentes de abortos espontáneos tienen mayor riesgo de placenta previa, rotura prematura de membranas, parto prematuro, restricción de crecimiento fetal [12]. Además, el tratamiento del aborto espontáneo puede ser responsable de efectos adversos como lesiones en el cuello uterino y la cavidad endometrial después de un legrado o dilatación cervical [8].

El aborto espontáneo se asocia con complicaciones clínicas a largo plazo como un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular y tromboembolismo venoso, por razones aún no definidas. No solo es un evento con alto impacto en la salud física, sino además genera complicaciones en la salud mental como depresión, ansiedad, síndrome de estrés postraumático y tendencia al suicidio [13], [39].

La presente investigación tiene como objetivo implementar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de las causas y consecuencias del aborto espontáneo.

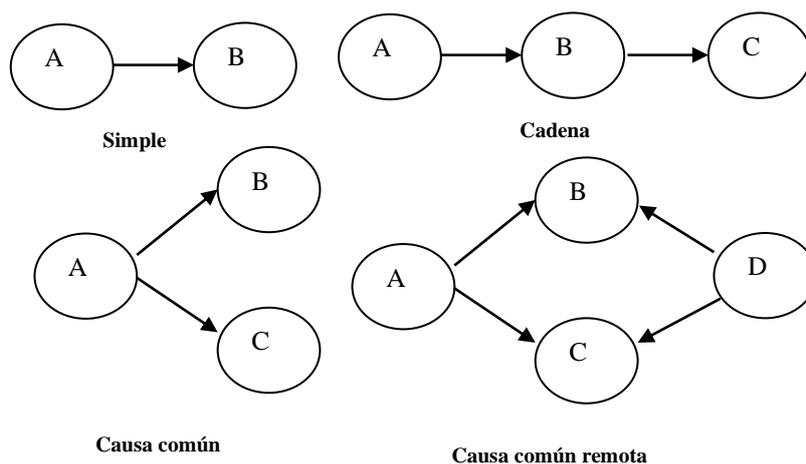
## 2 Materiales y métodos

Los problemas presentes en mujeres que sufren de aborto espontáneo, pueden ser modelado como un problema de toma de decisiones multicriterio a partir del conjunto de pacientes que representan las alternativas a analizar en el proceso del diagnóstico en el que el número de pacientes  $P = \{P_1, \dots, P_n\}$ ,  $n \geq 1$ , que poseen un cuadro clínico con un grupo de manifestaciones que pueden provocar o han provocado el aborto espontáneo, representan los múltiples criterios valorativos donde:  $C = \{C_1, \dots, C_m\}$ ,  $m \geq 2$ .

La investigación ha sido desarrollada utilizando un enfoque cualitativo a partir del uso del método científico [14]. Se enmarca en el objeto de estudio del análisis de las causas y consecuencias del aborto espontáneo. Utiliza técnicas de inteligencia artificial para la inferencia sobre el análisis y basa su funcionamiento a partir del método científico del criterio de expertos para obtener la base de conocimiento necesaria en el desarrollo de la investigación. Para el desarrollo de la presente investigación se modeló las relaciones causales asociadas a las causas y consecuencias del aborto espontáneo.

### Modelos causales

Existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas en forma de grafos, donde cada modelo causal que se puede representar por un grafo son representaciones de la causalidad entre conceptos. Los modelos causales permiten modelar la causa o efecto de un determinado evento [15], [16], [40]. La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.



**Figura 1.** Ejemplo de grafos causales.

Los Mapas Cognitivos Neutrosóficos (MCN) son una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos [17]. Fue propuesto como una extensión de los modelos mentales empleando valores difusos en un intervalo de  $[-1,1]$  [18]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [19, 20], [44].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [21, 43]:

- $W_{ij} > 0$ , indica una causalidad positiva entre los conceptos  $C_j$  y  $C_i$ . Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de  $C_j$  lleva al incremento (o disminución) en el valor de  $C_i$ .
- $W_{ij} < 0$ , indica una causalidad negativa entre los conceptos  $C_j$  y  $C_i$ . Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de  $C_j$  lleva a la disminución (o incremento) en el valor de  $C_i$ .
- $W_{ij} = 0$ , indica la no existencia de relaciones entre los conceptos  $C_j$  y  $C_i$ .

## 2.1 Método para el análisis de las causas y consecuencias del aborto espontáneo

El sistema propuesto está estructurado para soportar el proceso de gestión para el análisis de las causas y consecuencias del aborto espontáneo. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modelan los casos de aborto espontáneo a partir del conjunto de criterios o manifestaciones clínicas. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el negocio propuesto (entradas, procesamiento y salidas).

En primer lugar, las entradas del sistema consisten en el conjunto de pacientes a analizar, los síntomas presentados, enfermedades asociadas, incidencias anteriores y las relaciones causales entre los síntomas y los casos de aborto espontáneo. Además, se insertan los expertos en el campo intervienen para establecer estas relaciones causales de manera precisa. En segundo lugar, el procesamiento del sistema se lleva a cabo a través de un flujo de trabajo que comprende las cinco actividades fundamentales del núcleo de inferencia para el análisis de las causas y consecuencias del aborto espontáneo. Finalmente, las salidas del sistema reflejan los resultados del procesamiento, donde se obtiene el análisis detallado de las incidencias vinculadas al aborto espontáneo, lo que aporta información valiosa para comprender las causas y consecuencias de esta complicación en el embarazo.

El método para el análisis de las causas y consecuencias del aborto espontáneo, está conformado por cinco actividades (identificación de las causas, determinación de las relaciones causales, identificación de los pesos atribuidos a las causas, identificación de los síntomas, y generación del diagnóstico) que son descritas a continuación.

**Actividad 1 identificación de las causas del aborto espontáneo:** La identificación de las causas del aborto espontáneo representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de síntomas, padecimientos, antecedentes y complicaciones, que representan la base de inferencia [22], [23], [41]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de incidencias posibles.

**Actividad 2 determinación de las relaciones causales:** La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de las incidencias. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas que se manifiestan. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla 1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

**Tabla 1.** Dominio de valores para expresar causalidad.

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

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [24], [25] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \ddots & \ddots & \ddots \\ \ddots & W_{ij} & \ddots \\ \ddots & \ddots & \ddots \\ \ddots & \ddots & \ddots \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia  $M = M(C_i C_j)$  representa el valor causal de la función del arco, el nodo  $C_i$  que es imparte  $C_j$ .  $C_i$  incrementa causalmente a  $C_j$  si  $M_{ij} = -1$ , y no imparte causalmente sí  $M_{ij} = 0$ .

**Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las causas de aborto espontáneo:** a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [26], [27], [42]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifestación [28-30].

$$id_i = \sum_{j=1}^n \|I_{ji}\| \quad (1)$$

**Actividad 4 identificación de los síntomas:** la actividad consiste en determinar cuáles síntomas están presentes en las pacientes analizadas. Para ello se entrevista a la paciente y se determina el grado de preferencia que poseen los síntomas a partir de la autovaloración que emiten las pacientes [31-33]. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los síntomas.

**Tabla 2.** Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[ 0,1,1]	Ausencia del síntoma (AS)
[ 0.20,0.85,0.80 ]	Ligera presencia del síntoma (LP)
[ 0.50,0.50,0.50 ]	Baja presencia del síntoma (BP)
[ 0.70,0.25,0.30 ]	Presencia del síntoma (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del síntoma (AP)

**Actividad 5 generación del diagnóstico:** el proceso del diagnóstico se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [34],[35] , [36] los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j \neq i}^n A_j^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (2)$$

Donde:

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

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

$W_{ji}$ : es el peso de la conexión que va del concepto  $C_j$  al concepto  $C_i$  y  $f(x)$  es la función de activación [37], [41].

#### 4 Resultados y discusión

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del método para el análisis de causas y consecuencias del aborto espontáneo. A partir del análisis de casos anteriores es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis del aborto espontáneo. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 identificación de las causas del aborto espontáneo:

El proceso de selección de las causas representa las manifestaciones puede estar presente en varias pacientes [38], [42]. Para determinar las manifestaciones se utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

**Tabla 3.** Identificación de las causas.

Nodo	Concepto
C <sub>1</sub>	Edad materna avanzada
C <sub>2</sub>	Malnutrición
C <sub>3</sub>	Infecciones
C <sub>4</sub>	Complicaciones obstétricas
C <sub>5</sub>	Complicaciones médicas preexistentes

- **Edad materna avanzada:** La edad materna avanzada, especialmente a partir de los 40 años, está asociada con un mayor riesgo de aborto espontáneo. La fertilidad disminuye con la edad y aumenta la probabilidad de anomalías genéticas en el embrión, lo que puede resultar en abortos espontáneos.
- **Malnutrición:** La desnutrición y la falta de acceso a una dieta balanceada y adecuada pueden aumentar el riesgo de aborto espontáneo en mujeres embarazadas. La falta de nutrientes esenciales puede afectar el desarrollo del feto y llevar a complicaciones en el embarazo.
- **Infecciones:** Las infecciones, como las enfermedades de transmisión sexual no tratadas o infecciones del tracto urinario sin tratar, pueden provocar abortos espontáneos. La falta de acceso a atención médica o a medicamentos adecuados para tratar estas infecciones aumenta el riesgo de complicaciones en el embarazo.
- **Complicaciones obstétricas:** La presencia de complicaciones obstétricas no tratadas, como la preeclampsia o la diabetes gestacional, puede aumentar significativamente el riesgo de aborto espontáneo.
- **Complicaciones médicas preexistentes:** Las condiciones médicas preexistentes, como la diabetes, hipertensión, enfermedades autoinmunes u otras enfermedades crónicas, abortos anteriores, pueden aumentar el riesgo de aborto espontáneo debido a sus efectos sobre la salud materna y fetal.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre las causas se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

**Tabla 4.** Matriz de adyacencia resultante.

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
C <sub>1</sub>	[0, 0,0]	[ 1,0,0]	[ 1,0,0]	[ 0.8,0,15,0.20 ]	[ 1,0,0]
C <sub>2</sub>	[ 1,0,0]	[0, 0,0]	[ 0.9, 0.1, 0.1 ]	[0.75, 0.5,0.25]	[ 1,0,0]
C <sub>3</sub>	[ 1,0,0]	[ 0.9, 0.1, 0.1 ]	[0, 0,0]	[ 0.9, 0.1, 0.1 ]	[0.75, 0.5,0.25]
C <sub>4</sub>	[ 0.8,0,15,0.20 ]	[0.75, 0.5,0.25]	[ 0.9, 0.1, 0.1 ]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]
C <sub>5</sub>	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[ 1,0,0]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las causas de aborto espontaneo:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), se obtiene el comportamiento del peso atribuido a las causas. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

**Tabla 5.** Peso atribuido a las causas.

Criterios	Incidencias	Peso
C <sub>1</sub>	Edad materna avanzada	[0.75, 0.5,0.25]
C <sub>2</sub>	Malnutrición	[0.72, 0.5,0.25]
C <sub>3</sub>	Infecciones	[ 0.66,0.35,0.40 ]
C <sub>4</sub>	Complicaciones obstétricas	[ 0.8,0,15,0.20 ]
C <sub>5</sub>	Complicaciones médicas preexistentes	[ 0.60,0.35,0.40 ]

Actividad 4 identificación de los síntomas:

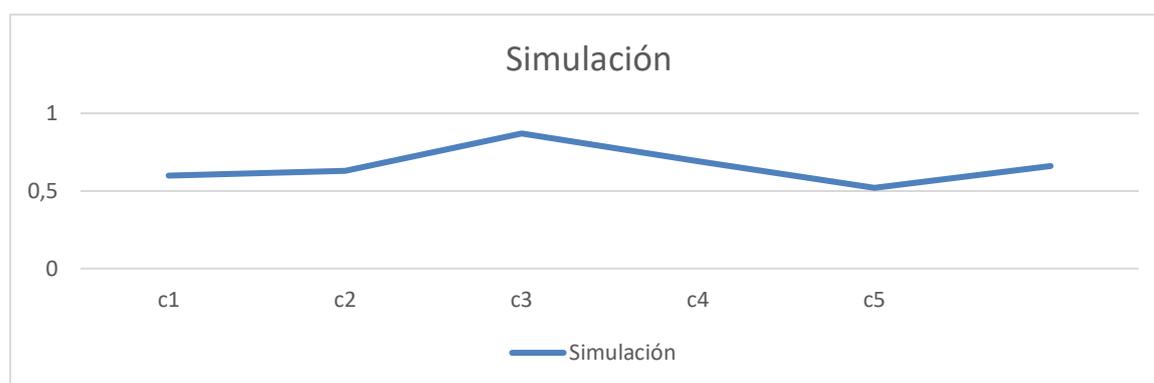
A partir de la entrevista a la paciente se determinó el grado de preferencia que poseen las incidencias mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa la paciente objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

**Tabla 6.** Preferencia atribuida a las incidencias de la paciente.

Pa- cien- tes	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
A <sub>1</sub>	[ 0.40,0.65,0.60 ]	[ 0.50,0.50,0.50 ]	[ 0.40,0.65,0.60 ]	[ 0.30,0.75,0.70 ]	[ 0.30,0.75,0.70 ]

Actividad 5 generación del diagnóstico:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de las pacientes mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los síntomas y prevé la evolución de ellos en las pacientes. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación donde se muestran las manifestaciones y su evolución.



**Figura 2.** Resultado de la simulación de las manifestaciones.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las manifestaciones se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia a un posible caso de aborto espontáneo. La Tabla 6 muestra el resultado del cálculo realizado.

**Tabla 7.** Peso atribuido a las manifestaciones.

Pacientes $A_1$	Pesos	Preferencias	Agregación
C <sub>1</sub>	[0.75, 0.5, 0.25]	[ 0.40, 0.65, 0.60 ]	[ 0.57, 0.85, 0.80 ]
C <sub>2</sub>	[0.72, 0.5, 0.25]	[ 0.50, 0.50, 0.50 ]	[0.61, 0.5, 0.25]
C <sub>3</sub>	[ 0.66, 0.35, 0.40 ]	[ 0.40, 0.65, 0.60 ]	[ 0.53, 0.85, 0.80 ]
C <sub>4</sub>	[ 0.8, 0.15, 0.20 ]	[ 0.30, 0.75, 0.70 ]	[ 0.53, 0.85, 0.80 ]
C <sub>5</sub>	[ 0.60, 0.35, 0.40 ]	[ 0.30, 0.75, 0.70 ]	[ 0.40, 0.65, 0.60 ]
Índice			[ 0.54, 0.85, 0.80 ]

A partir del índice determinado se realiza una comparación del valor obtenido donde se evidencia un desarrollo de un  $I = 0.54$  para el caso analizado representa una baja existencia de causas de aborto espontáneo.

## Discusiones

El método implementado proporciona una visión sobre las causas y consecuencias asociadas con la amenaza de aborto espontáneo, abordando tanto los factores de riesgo maternos como las complicaciones maternas y fetales. Los resultados del presente artículo muestran una asociación significativa entre la edad materna mayor de 40 años y un mayor riesgo de amenaza de aborto espontáneo. Esto sugiere que las mujeres de edad avanzada tienen un mayor riesgo de experimentar este tipo de complicación durante el embarazo. [46]

Además, la malnutrición se encuentra asociado significativamente con un mayor riesgo, y se sigue de la historia previa de aborto espontáneo que también se asocia con un riesgo elevado de volverse a presentar. Estos hallazgos resaltan la importancia de evaluar estos factores de riesgo en la práctica clínica para identificar a las mujeres con mayor probabilidad de desarrollar amenaza de aborto espontáneo.

Otro hallazgo significativo es la identificación de anomalías cromosómicas, particularmente la trisomía del cromosoma 16, y defectos de la deciduización como principales causas fetales asociadas con la amenaza de aborto espontáneo. Estos hallazgos sugieren la complejidad de los factores que contribuyen a esta complicación y resaltan la importancia de investigaciones futuras para comprender mejor los mecanismos subyacentes.

Las principales complicaciones maternas asociadas con la amenaza de aborto espontáneo incluyen hemorragia anteparto, rotura prematura de membranas y diagnóstico ecográfico de hematoma intrauterino. Estas complicaciones pueden tener consecuencias graves para la salud materna y fetal, lo que subraya la importancia de la detección temprana y el manejo adecuado de las mujeres con amenaza de aborto espontáneo para prevenir estas complicaciones y mejorar los resultados perinatales. [45]

Además, las principales complicaciones fetales asociadas con el aborto espontáneo incluyen parto prematuro, restricción del crecimiento intrauterino, bajo peso al nacer y mortalidad perinatal en los próximos embarazos. Estos resultados resaltan la importancia de la vigilancia prenatal y el manejo adecuado de las mujeres con amenaza de aborto espontáneo para prevenir estas complicaciones y mejorar los resultados obstétricos y perinatales.

Los datos aportados destacan la importancia de una evaluación integral de las mujeres embarazadas para identificar factores de riesgo y complicaciones asociadas con la amenaza de aborto espontáneo. Esto puede

permitir intervenciones tempranas y estrategias de manejo que nos ayuden a mejorar los resultados maternos y fetales durante el embarazo.

## Conclusión

La implementación del sistema propuesto, posibilitó la obtención del Mapa Cognitivos Neutrosófico agregado con la representación de las relaciones causales sobre las manifestaciones de la paciente. A partir de la aplicación del método propuesto en el caso de estudio fue posible demostrar la aplicabilidad del método permitiendo el diagnóstico de causas del aborto espontáneo, a partir del conjunto de criterios que son manifestados en las pacientes. Aunque el caso de estudio propuesto, presenta una aplicación del sistema propuesto, es importante nutrir varios Mapas Cognitivos Neutrosóficos con diferentes incidencias para elevar la aplicabilidad del método propuesto.

Los resultados del estudio sugieren que la causa materna más predisponente para producir un aborto espontáneo es la edad materna (>40 años), representando el mayor valor con respecto a los otros factores; mientras que relacionado a las causas fetales hemos encontrado que son las anomalías cromosómicas, específicamente la trisomía 16.

La consecuencia materna que representa un mayor riesgo debido a un aborto espontáneo es la hemorragia ante parto relacionada a otras causas que no sean por placenta previa; en cuanto a la consecuencia fetal más riesgosa se ha encontrado que es la mortalidad prenatal.

## Referencias

- [1] E. Goldmann, and S. Galea, "Mental health consequences of disasters," *Annual review of public health*, vol. 35, no. 1, pp. 169-183, 2014.
- [2] M. Tognon, A. Tagliapietra, F. Magagnoli, C. Mazziotta, L. Oton-Gonzalez, C. Lanzillotti, F. Vesce, C. Contini, J. C. Rotondo, and F. Martini, "Investigation on spontaneous abortion and human papillomavirus infection," *Vaccines*, vol. 8, no. 3, pp. 473, 2020.
- [3] M. T. S. Oliveira, C. N. T. Oliveira, L. M. Marques, C. L. Souza, and M. V. Oliveira, "Factors associated with spontaneous abortion: a systematic review," *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, vol. 20, pp. 361-372, 2020.
- [4] C. L. R. Blanco, M. De los Ríos Palomino, A. M. G. Rodríguez, D. S. Q. Blanco, and I. S. Reyes, "Estudio sobre aspectos epidemiológicos que influyen en el aborto espontáneo," *Multimed*, vol. 24, no. 6, pp. 1349-1365, 2020.
- [5] C. Astete, J. P. Beca, and A. Lecaros, "Propuesta de un glosario para la discusión del aborto," *Revista médica de Chile*, vol. 142, no. 11, pp. 1449-1451, 2014.
- [6] P. C. o. t. A. S. f. R. Medicine, "Evaluation and treatment of recurrent pregnancy loss: a committee opinion," *Fertility and sterility*, vol. 98, no. 5, pp. 1103-1111, 2012.
- [7] E. G. G. o. RPL, R. Bender Atik, O. B. Christiansen, J. Elson, A. M. Kolte, S. Lewis, S. Middeldorp, W. Nelen, B. Peramo, and S. Quenby, "ESHRE guideline: recurrent pregnancy loss," *Human reproduction open*, vol. 2018, no. 2, pp. hoy004, 2018.
- [8] S. Quenby, I. D. Gallos, R. K. Dhillon-Smith, M. Podsek, M. D. Stephenson, J. Fisher, J. J. Brosens, J. Brewin, R. Ramhorst, and E. S. Lucas, "Miscarriage matters: the epidemiological, physical, psychological, and economic costs of early pregnancy loss," *The Lancet*, vol. 397, no. 10285, pp. 1658-1667, 2021.
- [9] P. Van Leer, "Medicine by the Numbers: Vitamin E in Pregnancy," *American Family Physician*, vol. 95, no. 7, 2017.
- [10] S. Giakoumelou, N. Wheelhouse, K. Cuschieri, G. Entrican, S. E. Howie, and A. W. Home, "The role of infection in miscarriage," *Human reproduction update*, vol. 22, no. 1, pp. 116-133, 2016.
- [11] S. Alipanahpour, N. Tayebi, M. Zarshenas, and M. Akbarzadeh, "Short-term physical and psychological health consequences of induced and spontaneous abortion: a cross-sectional study," *Shiraz E-Medical Journal*, vol. 22, no. 12, 2021.
- [12] L. Saraswat, S. Bhattacharya, A. Maheshwari, and S. Bhattacharya, "Maternal and perinatal outcome in women with threatened miscarriage in the first trimester: a systematic review," *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, vol. 117, no. 3, pp. 245-257, 2010.
- [13] B. Huss, "Well-being before and after pregnancy termination: the consequences of abortion and miscarriage on satisfaction with various domains of life," *Journal of Happiness Studies*, vol. 22, no. 6, pp. 2803-2828, 2021.
- [14] R. Sampieri, C. F. Collado., and P. B. lucio, "Metodología de la investigación," *México* vol. ISBN: 970-10-5753-8, 2006.
- [15] C. Goodier, S. Austin, and R. Soetanto, "Causal mapping and scenario building with multiple organizations," *Futures*, vol. 42, no. 3, pp. 219-229, 2010.
- [16] C. Strauch, U.-L. S. Sites, and W. Kriha, "NoSQL databases," *Lecture Notes, Stuttgart Media University*, vol. 20, 2011.

- [17] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.
- [18] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems*, vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.
- [19] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.
- [20] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters*, vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.
- [21] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.
- [22] W. L. S. Álava, A. R. Rodríguez, R. G. Rodríguez, and O. M. Cornelio, "La neuroeducación en la formación docente," *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual" ALCON"*, vol. 4, no. 1, pp. 24-36, 2024.
- [23] 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.
- [24] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.
- [25] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [26] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.
- [27] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil*, vol. 19, no. 1, 2018.
- [28] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [29] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [30] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.
- [31] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.
- [32] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [33] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.
- [34] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA: Springer Verlag*, 2010, p.^pp. Pages.
- [35] 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.
- [36] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil*, vol. 18, no. 2, 2018.
- [37] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.
- [38] C. Danienson, "Competencias docentes: desarrollo, apoyo y evaluación," *Serie Documental de Preal*, no. No.51, 2011.
- [39] Vázquez, ML, Estupiñán, J., & Smarandache, F. "Neutrosoffa en Latinoamérica, avances y perspectivas Neutrosophics in Latin America, advances and perspectives". Collected Papers. Volumen X: Sobre Neutrosoffa, Plitogenia, Conjunto Hipersuave, Hipergrafos y otros temas, 238, 2022.
- [40] 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.
- [41] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, JJ, Barcos Arias, IF, Macías Bermúdez, JM, & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". *Conjuntos y sistemas neutrosóficos* , vol 44 núm 1, pp 29, 2021.
- [42] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Banderas, F. J. C., & Montenegro, B. D. N. "Aplicación de las ciencias neutrosóficas a la enseñanza del derecho". *Infinite Study*, 2022.

- [43] 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), 2024.
- [44] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuñiga-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes". *CIENCIAMATRIA*, vol 10 núm (1), pp 795-805, 2024.
- [45] Zavala, J. J. A., Arguelles, J. J. I., Partidas, N. J. R., & Ricardo, J. E. "Integración migratoria y desarrollo de un currículum problematizador para una Educación Inclusiva y de calidad en Iberoamérica". *Revista Conrado*, vol 19 núm (S2), pp 482-490, 2023.
- [46] 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.

**Recibido:** mayo 20, 2024. **Aceptado:** junio 11, 2024