

Herramienta basada en mapas cognitivos y números neutrosóficos para el análisis de la vulnerabilidad económica territorial

Tool based on cognitive maps and neutrosophic numbers for the analysis of territorial economic vulnerability

Francisco Infante Estrabao¹ (finfantee@uho.edu.cu) (<https://orcid.org/0000-0001-9634-9255>)

Saimelyn Aileen Forteza Rojas² (sfortezarojas@gmail.com) (<https://orcid.org/0000-0002-5829-2355>)

Rodolfo González Ortega³ (rgonzalezo@uho.edu.cu) (<https://orcid.org/0000-0001-7363-3253>)

Resumen

El propósito de este artículo es la presentación de una herramienta que permita adoptar decisiones ante problemas complejos en el análisis de la vulnerabilidad económica territorial, determinadas por las interdependencias que se establecen entre las dimensiones y los factores internos que la exacerban. En consecuencia, se ofrece una secuencia estructurada para realizarla, a partir del uso del mapa cognitivo neutrosófico que permite modelar las interrelaciones existentes entre los factores, lo que permite su identificación y jerarquización de acuerdo con su peso específico. Los de mayor incidencia en los niveles de vulnerabilidad económica son los que se relacionan con la dimensión política con un peso de 34,96 seguidos por la dimensión económica con un peso de 32.36. Se pudo constatar, que los análisis para determinar los factores que inciden en la vulnerabilidad económica territorial, aunque se han dado pasos, es aun limitado, lo que demuestra ser un campo poco estudiado.

Palabras clave: neutrosófica, mapas cognitivos neutrosóficos, análisis estático y vulnerabilidad económica territorial.

Astract

The purpose of this article is to present a tool for making decisions in the face of complex problems in the analysis of territorial economic vulnerability, determined by the interdependencies established between the dimensions and internal factors that exacerbate it. Consequently, a structured sequence is offered to carry it out, based on the use of the neutrosophic cognitive map that allows modeling the existing

¹ Máster en Educación Superior. Licenciado en Economía. Doctorando del programa Gestión Organizacional. Profesor Auxiliar del Centro Universitario Municipal "Calixto García" de la Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.

² Doctor en Ciencias Económicas. Máster en Desarrollo Regional. Licenciada en Economía. Profesora Titular y Metodóloga de la Vicerrectoría Primera de la Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.

³ Doctor en Ciencias Técnicas. Máster en Nuevas Tecnologías para la Educación. Ingeniero Industrial. Profesor Asistente y Director del Centro Universitario Municipal "Calixto García", de la Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.

interrelationships among the factors, which allows their identification and hierarchization according to their specific weight. The factors with the highest incidence on the levels of economic vulnerability are those related to the political dimension with a weight of 34.96 followed by the economic dimension with a weight of 32.36. It could be seen that the analyses to determine the factors that affect territorial economic vulnerability, although steps have been taken, are still limited, which shows that it is a field that has not been studied very much.

Key words: neutrosophic, neutrosophic cognitive maps, static analysis and territorial economic vulnerability.

La vulnerabilidad económica territorial en el desarrollo territorial

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) llamó, hace ya varias décadas a pensar en un nuevo estilo de desarrollo, es decir, en cómo se ordena y organiza una sociedad para la producción, la distribución y el consumo de bienes y servicios, cómo se habitan sus espacios y cómo se articula el crecimiento económico con la calidad de vida. En este contexto, la CEPAL introduce el término vulnerabilidad externa y sostiene que las brechas en materia de educación, así como las desigualdades territoriales, étnicas y de género, obstaculizan la innovación y difusión del progreso técnico en la estructura productiva y son coadyuvantes de niveles de vulnerabilidad económica y social (CEPAL, 2018).

Esos planteamientos, se corroboran luego de dos años de pandemia del SarsCov-2. En particular, en la región latinoamericana, se experimentó por sexto año consecutivo el aumento de la pobreza, la desigualdad y vulnerabilidad, quebrando la tendencia a la baja iniciada en 2002 (CEPAL, 2022). Este panorama, demanda cambios en la forma de abordar y gestionar el desarrollo y, un lugar determinante en ese proceso lo tienen las administraciones públicas, en especial, las locales.

En ese orden, Pons y Molina (2012) plantean que:

La administración pública, como ese proceso de equilibrio – en ese ámbito entre recursos y necesidades y que su dimensión pública se convierte, por así decirlo, en un acicate del desarrollo humano, tiene y desempeña un papel crucial. Su capacidad de contribuir al desarrollo de la sociedad y, en particular, de aquella parte en la que se centra por razones de índole política, geográfica, jurídica o de otro tipo, estará determinada por el grado de identificación de sus gestores y actores con las necesidades de la mayoría de los habitantes hacia los que debe servirse. (p. 2)

En la búsqueda de este proceso de equilibrio de la administración pública que incida en el desarrollo territorial y se refleje en la satisfacción de las necesidades de los actores sociales, es importante tener presente lo plantado por Infante, Leyva, Forteza y González (2021) quienes precisan que:

Conocer los factores que inciden en la vulnerabilidad económica (VET) constituye un elemento relevante pues permite definir cursos de acción orientados a mitigar el efecto

de estos factores que inciden en la vulnerabilidad en los territorios y, que influyen negativamente en su desarrollo. (p.15)

En ese sentido, en el modelo de desarrollo de la sociedad debe plantearse la forma de gestionar la VET. Esto significa, eliminar o reducir la vulnerabilidad, a partir de acciones para ese fin, que deben incluirse en el marco de la planificación del desarrollo territorial. En la actualidad, la vulnerabilidad económica se asocia a términos como cambio climático, gestión de riesgos, territorialidad, planificación, sostenibilidad y lo económico. En el tratamiento conceptual del término, se identificó una visión alternativa con dos distinciones: una que plantea la vulnerabilidad de forma estática, pero en relación con el contexto político y económico y otra, que la concibe como una construcción histórica producto de la interacción entre sistemas sociales y naturales (Vidal, 2007). Según Wilches-Chaux (1988) la vulnerabilidad, por definición, es eminentemente social, por cuanto hace referencia a las características que le impiden a un determinado sistema humano, adaptarse a un cambio del medio ambiente.

En la literatura es común encontrar que los análisis de vulnerabilidad se realizan a nivel macro, ya sea de países o áreas metropolitanas, por ejemplo: Sánchez y Sauma (2011) estudian la vulnerabilidad económica externa, la protección social y la pobreza en América Latina. González y Oliva (2017) coinciden con Friedkin (1991) en que la condición de vulnerabilidad económica de una región determina el grado de penetración de los efectos del shock económico externo, y la teoría de redes sociales (TRS) explica los mecanismos e interacciones en la estructura económica que permiten la difusión interna de los efectos del shock externo (Fuentes y otros, 2013).

En la literatura nacional especializada revisada, los aportes metodológicos encontrados se limitan a la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, estudios sobre riegos en zonas costeras y de inundaciones, así como los asociados a los barrios y comunidades en condiciones de marginalidad, en lo que prevalece el enfoque socio-psicológico, ambiental y comunitario. En sentido general, la vulnerabilidad, es un resultado de la incidencia de factores, tanto de índole externa como interna y, estos inciden directamente o por transitividad, en los diferentes niveles espaciales de análisis.

Sin embargo, en la diversidad de definiciones encontradas en la literatura internacional de vulnerabilidad y, en particular, la vulnerabilidad económica, permiten afirmar que, prevalece el criterio economicista y reduccionista, que la presenta como resultado del efecto de factores externos del contexto internacional y variables macroeconómicas (Agustine y otros, 2013; Foster, 2012; González y Oliva, 2017; Winderl, 2014), obvian en la mayoría de los aportes, la existencia de factores internos que exacerbaban la vulnerabilidad económica.

Por ello este artículo tiene como objetivo elaborar una herramienta que permita adoptar decisiones ante problemas complejos en el análisis de la vulnerabilidad económica territorial, determinado por las interdependencias que se establecen entre las

dimensiones y los factores internos que la exacerbaban en el municipio Calixto García en la provincia Holguín.

Metodología. Mapas Cognitivos Neutrosóficos

En 1995 Smarandache introdujo la lógica neutrosófica (en lo adelante LN) como una generalización de la lógica difusa. Según esta lógica (Álavay otros, 2019, p. 21) plantean que “la LN (P) se caracteriza por tres componentes neutrosóficos, a saber: LN (P)= (T, I, F) donde T es verdadera, I es indeterminada y F es falsa”. En tanto, Smarandache incluyó el grado de indeterminación (i) a un conjunto neutrosófico (CN) como un componente independiente (Leyva y Smaradache (2018), donde un contenido de la matriz neutrosófica $a = (a_{ij})$ se sustituyen por $(R \cup I)$.

Por esa razón, Leyva y otros (2013, p. 58), acota que “si al MCD se le incorpora (i), entonces este pasaría a llamarse MCN”. Para Smarandache (2015), Leyva y otros (2016) y Biswas, Pramanik y Giri (2019) es vital su utilización para la representación del conocimiento causal lo que permite la representación y análisis de la indeterminación. Por tanto, un mapa cognitivo neutrosófico (MCN) es un gráfico (figura 2) en el que uno o varios de sus bordes muestran indeterminación y se representan con líneas discontinuas (Salmeron y Smarandache, 2008).

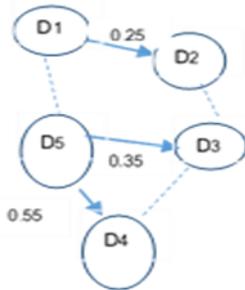


Fig. 2 Mapas cognitivos neutrosóficos difusos. Fuente: Elaboración propia.

Números neutrosóficos

Para desarrollar el análisis estático se utilizan los números neutrosóficos (NN) $(a + bI)$, donde (I) representa la indeterminación. “Un NN se representa en forma de número como sigue $N = d + I$, donde (d) representa la determinación e (I) la indeterminación” (Smarandache, 2005 tomado de Infante y otros, 2021, p. 5)

Pérez y Leyva (2012), plantan que $N_1 = a_1 + b_1I$ y $N_2 = a_2 + b_2I$ para dos NN, entonces la relación operativa de los NN se define como sigue:

$$N_1 + N_2 = a_1 + a_2 + (b_1 + b_2) I;$$

$$N_1 - N_2 = a_1 - a_2 + (b_1 - b_2) I$$

Pasos a seguir para la selección de las dimensiones y factores que inciden en la vulnerabilidad económica territorial

Los pasos que se proponen permiten determinar las dimensiones y los factores que inciden en la vulnerabilidad económica territorial. Asimismo, posibilita a los actores encargados de generar políticas públicas, trazar acciones para mitigar el efecto negativo de los factores que inciden sobre los niveles de VE en los territorios. Para el desarrollo de esta propuesta se valora cada dimensión de forma individual, excluido el nivel de interrelación entre cada una de ellas (Aguilera, 2017).

Además, se utiliza el enfoque basado en los mapas cognitivos difusos (MCD), debido a que ese análisis evita la ambigüedad e incertidumbre entre las decisiones de los expertos al establecer las interrelaciones de los diferentes factores. Como derivación, los pasos desarrollados, proponen valorar la interdependencia entre los factores seleccionados y su nivel de impacto entre ellos utilizando el Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) y, posteriormente, a partir del análisis estático, se procede a la clasificación de los factores que mayor incidencia tienen en la VET como muestra la figura 1.

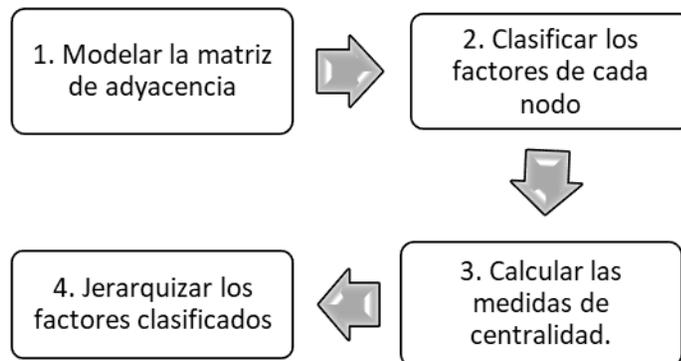


Figura 1 Pasos a seguir para para la selección de las dimensiones y factores que inciden en la vulnerabilidad económica territorial. Fuente: Elaboración de los autores.

Selección de las dimensiones y los factores asociados

En este paso se identifican las dimensiones más abordadas en la literatura para la gestión del desarrollo territorial. Se identifican los factores asociados a cada dimensión que inciden en los niveles VE en un territorio específico. Estas dimensiones y factores se obtienen sobre la base de los más utilizados y publicados en la literatura especializada. Para ellos, se utilizarán expertos en la temática, de acuerdo con su conocimiento sobre desarrollo territorial.

Modelar la matriz de adyacencia

Este paso se realiza por el grupo de expertos (Leyva y Smaradache, 2018, p.55) que plantean que “cuando se utilizan expertos (K) para la construcción de la matriz de adyacencia del MCN se emplea la fórmula siguiente:

$$K = \frac{1}{2}(F_1 + F_2 + \dots + F_k)$$

Seguidamente se modelan las interdependencias entre los factores que inciden en la VET, lo que permite construir la matriz de adyacencia neutrosófica con los factores identificados en el paso anterior.

Para Bueno y Salmeron (2009, p. 3) “la función de activación de tangente hiperbólica se define a partir de la siguiente función”:

Si (CIT) - $\text{Tanh}(\lambda \text{Cit})$.

Clasificación los factores

Los nodos se clasifican de acuerdo con las siguientes reglas:

- Las variables transmisoras (T): tienen outdegree positivo o indeterminada, y cero indegree.
- Las variables receptoras (R): tienen una indegree indeterminado o positivo, y cero outdegree.
- Las variables ordinarias (O): tienen un grado de indegree y outdegree distinto de cero.

Calcular las medidas de centralidad (análisis estático)

En esta fase se calculan las medidas de centralidad, a partir de los valores absolutos de la matriz adyacencia del MCN (Smarandache, 2015).

- Oudegree OD (V_i): es la suma de valores absolutos de la fila de un factor en la matriz de adyacencia neutrosófica donde muestra las fuerzas acumulativas de las conexiones (c_{ij}) salientes la variable.

$$od_{(vi)} = \sum_{i=1}^n c_{ij}$$

- Indegree ID (V_i): es la suma de la columna de valores absolutos de un variable, y muestra la fuerza acumulativa de las variables que vienen de la variable.

$$id_{(vi)} = \sum_{i=1}^n c_{ji}$$

- El grado de centralidad (tg) de una variable es la suma del indegree y el outdegree de la variable

$$tg_{vi} = fg_{vi} + eg_{vi}$$

Seguidamente, al análisis estático en MCN propuesto por Kandasamy y Smarandache (2003) el cual da como resultado inicialmente números neutrosóficos de la forma $(a+bl)$, donde l = indeterminación) (Stach, Kurgan y Pedrycz, 2010). Es por ello que se requiere aplicar el proceso de-neutrosificación propuesto por Salmerón y Smarandache (2008). Donde $l \in [0, 1]$ es reemplazado por sus valores máximos y mínimos.

Finalmente se concluye esta fase con el cálculo de las medias de los valores extremos para obtener un único valor (Takács, Szakál y Baganj, 2017).

$$\lambda_{(a1,a2)} = \frac{a1+a2}{2}$$

$$\text{Entonces } A > b \Leftrightarrow \frac{a1+a2}{2} > \frac{a1 a2}{2}$$

Seleccionar y ordenar los factores

En este paso se seleccionan los factores que muestren valores superiores a la media de los diferentes valores extremos. Seguidamente se ordenan los factores por orden jerárquico. Esto favorece también, el determinar el por ciento de participación de los factores en cada una de las dimensiones definidas y, en paralelo, el peso de participación de cada dimensión a partir de los factores seleccionados, el cual puede ser superior o inferior al 4.28%.

Resultados

A continuación, se ilustra la aplicación de los pasos propuestos para el análisis de la VET, que permite la identificación de las dimensiones y los factores que inciden en la vulnerabilidad. Para ello se muestra el caso de estudio que se aplicó en el municipio “Calixto García” de la provincia de Holguín, Cuba. El desarrollo económico que logra el municipio, en relación con otros del país, no es alto, lo que puede evidenciar la existencia de niveles de VET.

Selección de dimensiones y factores que generan VET

Para el caso de las dimensiones a utilizar en este artículo asumimos las que se aportan en diferentes investigaciones, como: Aguilera (2017), Almaguer (2014), Consejo de Ministros (2021), Fonseca (2018), Forteza (2012), Infante y otros (2021), Yela (2021), donde se destacan la económica, social, ambiental, cultural y política.

A las dimensiones propuestas, se le determinaron los factores que clasifican en cada una de ellas. Para esto, el grupo de expertos seleccionó 17 factores, asociados a cada dimensión como se muestra en la tabla 1 muestra.

DIMENSIONES	FACTORES RELACIONADOS
Social	F ₁ Acceso a puestos de trabajo F ₂ Apoyo del gobierno a grupos vulnerables F ₃ Ubicación espacial de los servicios básicos F ₄ Envejecimiento acelerado de la población
Económica	F ₅ Insuficiente captación de ingresos al ser afectadas sus fuentes de financiamientos. F ₆ Grado de diversificación de la estructura económica F ₇ Relación de las inversiones con las necesidades de desarrollo

	F ₈ Insuficiente desarrollo del sector industrial
Ambiental	F ₉ Por ciento de inversiones para la producciones limpias y entorno amigable con el medioambiente F ₁₀ Calidad de los suelos cultivables F ₁₁ Factores climatológicos
Político	F ₁₂ Grado de autonomía de los actores locales F ₁₃ Solución de problemas públicos F ₁₄ Grado de solución de la vulnerabilidad a través del proceso de planificación F ₁₅ Participación ciudadana en la toma de decisiones de políticas públicas F ₁₆ Funcionamiento de los sistemas de control F ₁₇ Enfrentamiento a la corrupción, delitos e ilegalidades

Tabla 1 Relación que se establece entre las dimensiones los factores que inciden en la vulnerabilidad económica territorial. Fuente: elaboración de los autores luego de la consulta a los expertos.

Modelar la matriz de adyacencia del MCN

Los valores emitido por los expertos relacionados con el nivel de interrelación de cada uno de los nodos son procesados por medio de la herramienta Mental Modeler, alojada en el sitio web <http://www.mentalmodeler.org/> lo que permitió construir el MCN resultante, como se muestra en la figura 2.

Además, esta herramienta permite modelar los resultados obtenidos en la matriz de adyacencia para el MCN como se aprecia en la tabla 2, la que sirve de soporte para realizar el análisis de los factores que inciden en la VE del municipio.

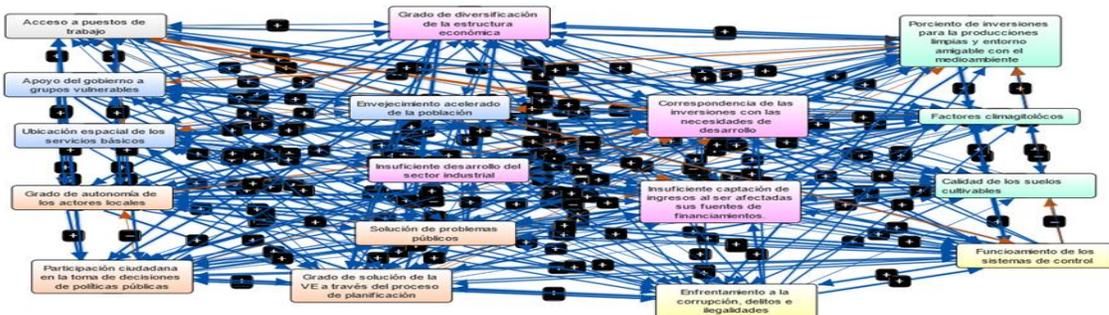


Figura 2. Mapa Cognitivo Neutrosófico difuso de los factores que generan VE en el municipio Calixto García. Fuente: Salida de la herramienta Mental Modeler.

La figura muestra un modelo de MCN con 17 nodos y 262 grafos conectores, la densidad muestra valor de (0.83), lo que evidencia que en la matriz obtenida los valores

de los diferentes nodos son ordinarios, receptores y transmisores. Ello demuestra que no todos tienen conexiones de entrada y de salidas.

En el MCN obtenido están representadas las relaciones causales tanto negativas como positivas. Las líneas azules indican relaciones positivas, las rojas indican relaciones negativas y las negras las indeterminaciones.

Se destacan las relaciones causales negativas existentes entre la dimensión social y la dimensión económica, la implementación de acciones en el orden económico permitirá la disminución de las problemáticas sociales de la comunidad y con ellas las vulnerabilidades asociadas a estas. Otras relaciones negativas existen entre la dimensión política y la dimensión social, cualquier acción en el orden político que se realice repercutirá de forma positiva en la situación social de la comunidad.

Las relaciones casuales con signo positivo se encuentran fundamentalmente entre los nodos de la dimensión social y los de la dimensión económica. Un aumento de las vulnerabilidades sociales conducirá de forma palpable a un incremento de las acciones de orden económico y con ello al incremento de gastos y costes dirigido a disminuir las problemáticas sociales. Lo que demuestra el grado de sinergia que se establece entre los nodos de las diferentes dimensiones.

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17
N1		i	0,467	0	0	0,1	0,28	0	0	i	0	0,0	0,7	-0,2	i	0	0
N2	0,15		0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,5	0,6	0	0	0
N3	0	i		-0,2	0,22	0	0	0	0	0	0	0,0	0,6	0,6	0	0	0
N4	0	-0,15	0		0	0	0,33	0	0	0	0	0,2	0,6	0,5	0	0	0
N5	0	0	0	0		i	0,00	0,60	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0
N6	0,78	0,45	0,7	0	0,3		0,70	0,63	0,43	0	0	0,5	0,6	0,5	0	0,5	0,6
N7	0,6	0	0	0	0,0	0,33		0,48	i	0	0	0,3	0	0	0	0,5	0,5
N8	0	0	0	0	0	-0,25	0,53		0	0	0	0	0	0	0	0	0
N9	0	0	0	0	0	0,42	0,43	0,35		0	0	0	0	0	0	0	0
N10	0	0	0	0	0	0,40	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
N11	i	0,3	0,5	0,5	0,6	0,25	0,43	-0,2	0,68	0,37		i	0	0,28	0	0	0
N12	0,52	0,5	0,5	0	0	0,83	0,45	0,433	0,42	0	0		0,52	i	0,2	0,0	0,3
N13	0,05	0,4	0,0	0,3	0	0,50	0,17	-0,033	-0,08	-0,05	0	0,12		0	0	0,0	0,3
N14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,5		0	0	0
N15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
N16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,38	0	0	0		0,6
N17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	i	

Tabla 2 Matriz de adyacencia neutrosófica. Fuente: Salida de la herramienta Mental Modeler.

La tabla anterior muestra las relaciones que establecieron los expertos por cada uno de los nodos. Los nodos indeterminados (i) se consideran aquellos que no tienen relación con el que se compara, los valores cero (0) son considerados los nodos que no ejercen incidencia en relación al que se compara y, finalmente los nodos con valores tanto negativos como positivos. Esta tabla permite la clasificación de los nodos de acuerdo con su categoría transmisores, receptores y ordinarios.

Clasificación los factores

La tabla 3 muestra la clasificación primaria que se realiza a los nodos atendiendo a las categorías transmisores, receptores y ordinarios.

Nodos	Clasificación	Nodos	Clasificación
N ₁	O	N ₁₀	O
N ₂	O	N ₁₁	T
N ₃	O	N ₁₂	O
N ₄	O	N ₁₃	O
N ₅	O	N ₁₄	O
N ₆	O	N ₁₅	R
N ₇	O	N ₁₆	O
N ₈	O	N ₁₇	O
N ₉	O		

Tabla 3 Clasificación de forma primaria de los nodos. Fuente: elaboración de los autores a partir de la matriz de adyacencia neutrosófica.

La tabla evidencia que de los 17 nodos evaluados el nodo N11 su grafo es receptor, el nodo N15 su grafo transmisor y el resto de los nodos los grafos son ordinarios, es decir reciben y transmiten a la vez.

Cálculo de las medidas de centralidad (análisis estático)

A partir de la matriz de adyacencia y los nodos clasificados, se desarrolla el cálculo de los grados en cada uno. Para esto, se realizó la suma de los outdegree y indegree y se determinó los grados de indeterminación (i), como se muestra en la tabla 4:

Nodos	Intervalos de Indeterminación	Nodos	Intervalos de Indeterminación
N ₁	4,55 + 4i	N ₁₀	0,8 + i
N ₂	3,55 + 2i	N ₁₁	4,67 + 4i
N ₃	3,32 + i	N ₁₂	11,80 + i
N ₄	2,50	N ₁₃	8,97
N ₅	2,10 + 2i	N ₁₄	4,61
N ₆	11,60 + i	N ₁₅	0,27 + i
N ₇	7,08 + i	N ₁₆	4,2
N ₈	5,10	N ₁₇	3,5
N ₉	4,03		

Tabla 4 Grados de indeterminación de los nodos. Fuente: elaboración de los autores.

A partir de los resultados de indeterminación, se procede a desarrollar el proceso des-neutrosificación, sustituyendo (i) en los valores máximos y mínimos. En la tabla 5, se muestran los nuevos valores obtenidos en los intervalos:

Nodos	Intervalos	Nodos	Intervalos
N ₁	4,55 + 8,55	N ₁₀	0,8 + 1,08
N ₂	3,55 + 5,55	N ₁₁	4,67 + 10,67
N ₃	3,32 + 4,32	N ₁₂	11,80 + 12,80
N ₄	2,50	N ₁₃	8,97
N ₅	2,10 + 4,10	N ₁₄	4,61
N ₆	11,60 + 12,60	N ₁₅	0,27 + 1,27
N ₇	7,08 + 8,08	N ₁₆	4,20
N ₈	5.10	N ₁₇	3.50
N ₉	4.03		

Tabla 5 Valores de los intervalos luego de la des-neutrosificación. Fuente: elaboración de los autores.

Obtenidos esos resultados, se calcula la media de los valores extremos, a partir de los intervalos des-neutrosificación calculados. En la tabla 6, muestra los resultados obtenidos.

Nodos	valores	Nodos	valores
N ₁	8,82	N ₁₀	0,94
N ₂	4,55	N ₁₁	7,67
N ₃	5,48	N ₁₂	12,30
N ₄	2,50	N ₁₃	8,97
N ₅	4,15	N ₁₄	4,61
N ₆	12,10	N ₁₅	0,77
N ₇	7,58	N ₁₆	4,20
N ₈	5,10	N ₁₇	3,50
N ₉	4,03	Media	5,68

Tabla 6 Cálculo de la media de los valores extremos luego de la des-neutrosificación. Fuente: elaboración de los autores.

Seleccionar y ordenar los factores

Siguiendo el proceder definido se realiza el análisis jerárquico de los factores que, en Calixto García, que inciden en la VET. Estos fueron ordenados a partir del grado de centralidad calculado a los diferentes nodos y los factores en los que sus valores se encuentran por encima de la media, como se muestra en la tabla 7:

Nodos	valores
N ₁₂	12.30
N ₆	12.10
N ₁₃	8.97
N ₁	8.82
N ₁₁	7.67
N ₇	7.58

Tabla 7 Orden de prioridad de los diferentes nodos luego de calculado el grado de centralidad. Fuente: elaboración de los autores.

La tabla muestra los factores por orden de prioridad que fueron seleccionados para su análisis el caso del municipio Calixto García, que son los nodos N₁₂ > N₆ > N₁₃ > N₁ > N₁₁ > N₇.

Los resultados obtenidos revelan que los factores con mayor impacto en la VET se citan: grado de autonomía de los gobiernos, grado de diversificación de la estructura económica, la solución de los problemas públicos, acceso de puestos de trabajo, factores climáticos, relación de las inversiones con las necesidades de desarrollo en el territorio.

Asimismo, en la figura 3, se muestra los de incidencia de los factores que inciden en VET por cada las dimensiones que clasifican:

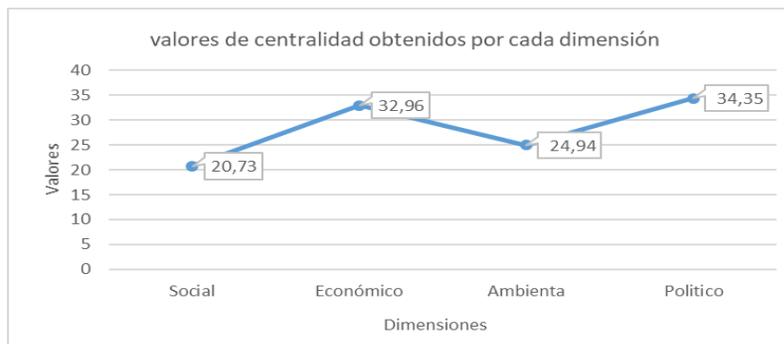


Figura 3 Valores de las dimensiones de la VET luego de calculada la centralidad. Fuente: elaboración de los autores.

Al analizar los datos aportados por la figura anterior, muestran que los valores obtenidos como factores que clasifican en las dimensiones económica y política se encuentran sobre la media lograda. Por tanto, los actores encargados de gestar las agendas públicas deben tener presente para su inclusión en la planificación del desarrollo territorial, los factores de la dimensión económica, toda acción que se lleve a cabo debe impactar de forma positiva en mitigar los factores que inciden desde lo político.

Además, los actores locales trabajarán en potenciar la estructura económica, al desarrollar un pensamiento innovador que posibilite obtener mayor diversificación productiva, a partir de generar encadenamientos productivos en diferentes rubros, con énfasis, en los exportables.

Los gestores de la economía en el territorio deben lograr una adecuada articulación entre las inversiones propuestas con las necesidades del desarrollo que logren modificar la estructura económica, además de incorporar a los nuevos actores económicos (trabajo por cuenta propia, cooperativas, MIPYMES, etc).

Todas las acciones en el orden económico que se apliquen con eficiencia y eficacia van a impactar de forma directa en la solución de problemas públicos y, con ello, contribuir a fortalecer la autonomía de los gobiernos y de esta forma se potencia los factores de las dimensiones social y política.

Consideraciones finales

La investigación muestra una secuencia de pasos para el análisis de la vulnerabilidad económica territorial, que permite identificar las dimensiones y los factores que inciden en ella. Esto resultó ser apropiada y pertinente, a partir de los resultados obtenidos fruto de su aplicación en el municipio Calixto García.

La propuesta permitió modelar con la ayuda del MCN las relaciones que se establecen entre los factores que inciden en la VET y desarrollar el análisis cualitativo y cuantitativo de estas relaciones, a partir de los datos obtenidos por la centralidad.

Como resultado se obtiene que los factores que clasifican dentro de las dimensiones económica y política son las que más incidencia tienen en los niveles de VET, al estar sus valores sobre la media calculada.

Los factores que mayor impacto tienen en el nivel de VET son: grado de autonomía de los gobiernos, grado de diversificación de la estructura económica, la solución de los problemas públicos, acceso de puestos de trabajo, relación de las inversiones con las necesidades de desarrollo en el territorio.

La propuesta elaborada, constituye una herramienta de trabajo, la cual puede ser aplicada para adoptar decisiones ante problemas complejos, que estén determinados por las interdependencias que se establecen entre dimensiones y factores.

Referencias

- Aguilera, J. (2017). *Las desigualdades intermunicipales de la calidad de vida y su inserción en la planificación* (tesis doctoral inédita). Universidad de Camagüey, Camagüey.
- Almaguer, D. (2014). *Instrumento de análisis del potencial de desarrollo local para perfeccionar el diagnóstico estratégico municipal* (tesis doctoral inédita) Universidad de Camagüey, Camagüey.

- Biswas, P., Pramanik, S. y Giri, B.C. (2019). Neutrosophic TOPSIS with Group Decision. In C. Making, C. Kahraman and I, Otay (Ed.). *Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Using Neutrosophic Sets*, pp. 543-585. Springer International Publishing: Cham.
- Bueno, S. y Salmeron, J. L. (2009). Benchmarking main activation functions in fuzzy cognitive maps. *Expert Systems with Applications*, 36, 221 -229.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2018). *La ineficiencia de la desigualdad* (LC/SES.37/3-P). Santiago de Chile, Chile.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022). *Impacto de la pandemia SarsCov-2 en la economía de América Latina* (LC/SES.37/3-P). Santiago de Chile, Chile.
- Consejo de Ministros (2021). *Decreto Ley para la gestión estratégica del desarrollo territorial en Cuba*. La Habana, Cuba.
- Infante, F., Leyva, M., Forteza, S. A. y González, R. (2021). Neutrosophic cognitive maps for analysis of socioeconomic vulnerability. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, (15), 11-16. Recuperado de <http://fs.unm.edu/NCML/NCML-15-2021.pdf>
- Forteza, S. A. (2012). *Instrumento para la selección de problemas públicos como fuente para la estrategia de desarrollo en el marco de la planificación municipal* (tesis doctoral inédita). Universidad de la Habana, La Habana.
- Fonseca, J. F. (2018). *La gestión territorial para el desarrollo sostenible. Caso cantón Baños de Agua Santa, Tungurahua, Ecuador* (tesis doctoral inédita). Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
- Foster, K., A. (2012). In Search of Regional Resilience. En M. Weir, N. Pindus, H. Wial y H. Wolman (Edits.), *Urban and Regional Policy and Its Effects Series: Building Resilient Regions* (vol. 4) (24-59), Washington, D. C.: The Brookings Institution Press.
- Fuentes, N. A., Cárdenas, A. y Brugués, A. (2013). Análisis estructural de la economía de Baja California: un enfoque de redes sociales. *Región y sociedad*, 25(57), 27-60.
- González, S. y Oliva, E. A. (2017). Analysis of economic vulnerability and economic resilience of Baja California in the context of the international financial crisis. *Frontera norte*, 29(58).
- Kandasamy, W. B. V. y Smarandache, F. (2003). *Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive Maps*. American Research Press.

- Leyva, M. y Smaradache, F. (2018). *Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*. Bruxelles Belgium: Pons Publishing House/Pons asbl Quai de batelage, 51000.
- Leyva, M., Pérez, K., Febles, A. & Gulín, J. (2013). Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. *Revista Cubana de información en ciencias de la salud*, 24(1), 73-83.
- Leyva, M., Santos, E., Peña, M., Cevallos, L. y Guijarro, A. (23-25 of november 2016). *The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps*. Technologies and Innovation: Second International Conference, Guayaquil, Ecuador.
- Pérez, K. y Leyva, M. (2012): Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. *Journal Neutrosophic Sets and Systems*, 30, 10-14.
- Pons, H. M. y Molina, E. (2012). *Algunas consideraciones acerca de la propiedad y la gestión en el período de transición del capitalismo al socialismo*. Recuperado de <http://www.monografías.com>
- Salmeron, J. L. & Smarandache, F. (2008). Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process. *International Journal of Applied Mathematics & Statistics*, 13(M 08), 4-11.
- Sánchez, M., V. y Sauma, F. (2011). *Vulnerabilidad económica territorial externa, protección social y pobreza en América Latina*. Chile: CEPAL.
- Smarandache, F. (2015). Refined literal indeterminacy and the multiplication law of sub-indeterminacies. *Neutrosophic Sets and Systems*, (9), 58-63.
- Stach, W., Kurgan, L. y Pedrycz, W. (2010). Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps. In M. Glykas (editor) *Fuzzy Cognitive Maps*, pp. 23-41. Springer: Berlin.
- Takács, M., Szakál, A. y Baganj, I. (2017). *The rule of the aggregation operators in fuzzy cognitive maps*. In Intelligent Engineering Systems (INES), IEEE 21st International Conference.
- Vidal, L. (2007). Evolución de la vulnerabilidad frente a fenómenos asociados con deslizamientos e inundaciones. caso zona nororiental de medellín, 1960 – 1990. *Gestión y Ambiente*, vol. 10(2). Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia.
- Wilches-Chaux, G. (1988). *La vulnerabilidad global*. LA RED. Recuperado de <http://www.desenredando.org>

- Winderl, T. (2014). *Disaster Resilience Measurements: Stocktaking of Ongoing Efforts in Developing Systems for Measuring Resilience*. Nueva York: United Nations Development Programme (UNDP).
- Yela, R. T. (2021). *Las brechas de desigualdad socioeconómica como prioridades del gasto público en el gobierno autónomo descentralizado ecuatoriano* (tesis doctoral inédita). Universidad de La Habana, Cuba.