



Mapas cognitivos neutrosóficos para el análisis de la vulnerabilidad socioeconómica.

Neutrosophic cognitive maps for the analysis of socioeconomic vulnerability.

Francisco Infante Estrabao¹, Maikel Leyva Vázquez², Saimelyn Aileen Forteza Rojas³ and Rodolfo González Ortega³

¹ Universidad de Holguín. Holguín Cuba. E-mail: finfantee@uho.edu.cu

² Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador. E-mail: mleyvaz@gmail.com

³ Universidad de Holguín. Holguín Cuba E-mail: sfortezarojas@gmail.com

³ Universidad de Holguín. Holguín Cuba E-mail: rodolfogonzalez1978@gmail.com

Resumen. El estudio de la vulnerabilidad socioeconómica (VSE) territorial, constituye un imperativo para la conformación de la agenda pública de los gobiernos locales. Identificar los factores que generan VSE se convierte en punto de partida de la acción pública con el objetivo de minimizar o neutralizarlos. En consecuencia, se ofrece una secuencia estructurada de análisis para identificar las dimensiones y factores que influyen en la vulnerabilidad socioeconómica en un territorio. Se parte de determinar las interrelaciones existentes entre los factores como vía para modelar la incertidumbre y la indeterminación de los factores que influyen en los niveles de VSE. Se complementa el análisis, con la aplicación de los Mapas Cognitivos Neutrosóficos (MCN). La propuesta desarrollada se aplicó en el municipio de Calixto García, lo que permitió revelar los factores que inciden en la VSE del municipio, así como las interdependencias, la incertidumbre y la indeterminación entre ellos.

Palabras claves: neutrosofía; Mapas Cognitivos Neutrosóficos; vulnerabilidad socioeconómica

Abstract. The study of territorial socioeconomic vulnerability (VSE) constitutes an imperative for the formation of the public agenda of local governments. Identifying the factors that generate SSE becomes the starting point for public action with the objective of minimizing or neutralizing them. Consequently, a structured sequence of analysis is offered to identify the dimensions and factors that influence socio-economic vulnerability in a territory. The starting point is to determine the existing interrelations between the factors as a way to model the uncertainty and indetermination of the factors that influence the levels of VSE. The analysis is complemented with the application of Neutrosophic Cognitive Maps (NKM). The developed proposal was applied in Calixto García municipality, which allowed revealing the factors that influence the VSE of the municipality, as well as the interdependencies, uncertainty and indetermination among them.

Keywords: Neutrosophic; Neutrosophic Cognitive Maps; socioeconomic vulnerability

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la VSE para los diferentes actores sociales y en particular, perfeccionar la gestión de los gobiernos locales, constituye un elemento relevante pues permite determinar cursos de acción orientados a mitigar el efecto de factores internos de los territorios que inciden negativamente en su desarrollo. Independientemente de la importancia que reviste la VSE, aún se aprecia una diáspora en su definición. En la literatura especializada surgen conceptos relativos a la vulnerabilidad económica y la social por separado. En este contexto, lo social en ocasiones se asocia a lo económico, motivado a que las personas vulnerables desde el punto de vista social, lo pueden ser desde lo económico. Otra óptica de análisis es, que las personas en pobreza económica son más vulnerables que las que no lo están. Esto es posible puesto que estas últimas pueden posicionarse en lugares seguros y, de no hacerlo, su posición les permite garantizar la seguridad de sus medios de subsistencia.[1]

Desde una perspectiva social, la vulnerabilidad se refiere a que los seres humanos no son vulnerables de forma general, sino que lo son cuando están expuesto a una amenaza; porque si no hay amenazas no es posible ser

vulnerable, por tanto, la vulnerabilidad asociada a un huracán no es la misma que la asociada a una sequía. Asimismo, las vulnerabilidades que se manifiestan en escenarios múltiples, no son las mismas a las que se dan en escenarios únicos [2, 3].

La vulnerabilidad económica siempre está asociada a pérdidas, bajos ingresos reales, desempleo, inestabilidad laboral, dificultad con el acceso a los servicios básicos, inexistencia de control local sobre los recursos existentes, falta de crédito y financiamiento. A nivel de país, la dependencia económica, a la falta de recursos para atender las necesidades básicas, restricciones al comercio internacional de productos y políticas monetarias entre otras. Los elementos mencionados pueden ser definidos como factores o variables que generan vulnerabilidad, los cuales, a su vez, pueden ser clasificados por dimensiones. Precisamente, identificarlos adecuadamente y conocer el efecto que ejercen sobre el grado de vulnerabilidad, se convierte en una necesidad para los gobiernos, en particular, los locales. Esos factores o variables a su vez, pueden ser clasificados en internos y externos, en dependencia del criterio especial asumido, léase como organización, comunidad, territorio, país. Considerando la necesidad de identificar, estudiar y analizar los factores o variables que generan vulnerabilidad, en especial, a nivel territorial, se precisa de métodos específicos que permitan dicho análisis[4].

En ese sentido, se ha favorecido el desarrollo de variantes para el estudio de variables internas y externas de estructuras organizativas, no así para los territorios. Un ejemplo distintivo y de aceptación internacional es el método PESTEL[5]. Este se orienta a medir la gestión empresarial desde una óptica integrada. Si bien el método permite el análisis de variables externas, carece de un enfoque cuantitativo para la medición de las interrelaciones entre los factores determinantes de esa gestión. Las características propias del PESTEL, implican que este método no sea adecuado para su aplicación a nivel territorial, en especial, para aquellas investigaciones asociadas a la VSE.

Esa insuficiencia se rebasa con la secuencia estructurada desarrollada para este fin. Esta se define como una herramienta de análisis para desarrollar estudios de las dimensiones y los factores que inciden en la vulnerabilidad socioeconómica (VSE) en los territorios. La propuesta desarrollada, permite definir dimensiones de análisis específicas y, a partir de esas dimensiones, identificar por cada una de ellas, los factores determinantes que influyen en la tendencia de su comportamiento. Estos factores se clasifican en variables de tipo internas y externas. En este sentido, como insumo para la acción pública, los factores o variables identificados y, que sean manejables desde el gobierno, se convierten en punto de partida para diseñar acciones coherentes que permitan influir en el nivel de incidencia de esos factores sobre la VSE de un territorio determinado[6].

En consecuencia, en este artículo se ofrece una secuencia estructurada de análisis para identificar las dimensiones y factores que inciden en la vulnerabilidad socioeconómica en un territorio (SEDIFAVSET). Se parte de determinar las interrelaciones existentes entre los factores como vía para modelar la incertidumbre y la indeterminación de los factores que influyen en los niveles de VSE. Se complementa el análisis, con la aplicación de los Mapas Cognitivos Neutrosóficos (MCN) [7, 8] en función de modelar la estructura de los factores de cada dimensión. La propuesta desarrollada se aplicó en el municipio de Calixto García, lo que permitió revelar los factores que inciden en la VSE del municipio, así como las interdependencias la incertidumbre y la indeterminación de ellos[9].

1.1 Mapas Cognitivos Neutrosóficos

En 1995 se introdujo la lógica neutrosófica (LN) como una generalización de la lógica difusa[10, 11]. El autor de esta teoría plantea que la LN (P) se caracteriza por tres componentes neutrosóficos a saber:

$$LN(P) = (T, I, F) \quad (1)$$

Donde T es verdadera, I es indeterminada y F es falsa [12]. En tanto el conjunto neutrosófico (CN) fue introducido por F. Smarandache el que incluyó el grado de indeterminación (i) como un componente independiente, donde un contenido de la matriz neutrosófica $a = (a_{ij})$ se sustituyen por $(R \cup I)$. Por lo tanto, para que un gráfico sea neutrosófico tiene que tener un borde con esa cualidad.

Si a un mapa cognitivo difuso se le incorpora i, entonces este pasaría a llamarse MCN.

Resulta útil su utilización en la representación del conocimiento causal al permitir la representación y análisis de la indeterminación. El MCN se basa en la lógica neutrosófica para representar la incertidumbre y la indeterminación.

1.2 Números neutrosóficos

Para la representación del análisis estático se utiliza la forma de número neutrosófico (NN) $(a + bI)$, donde I representa la indeterminación[13]. Salmerón y Smarandache proponen un proceso de des-neutrosificación que se podría aplicarse dando el valor de clasificación fina[14].

Un NN se representa en forma de número como sigue:

$$N = d + I \quad (2)$$

Entonces d representa la determinación e I la indeterminación. Por ejemplo,

s: $a = 5 + I$ si $I \in [5,5.4]$ es equivalente si $a \in [5,5.4]$ (1).

Sea $N_1 = a_1 + I$ y $N_2 = a_2 + I$ dos NN, entonces la relación operativa de los NN se define como sigue [18]:

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

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

2. Materiales y métodos

Desarrolla y aplica la secuencia estructurada para el análisis de dimensiones y factores que generan vulnerabilidad socioeconómica territorial (SEDIFAVSET) y los MCN

La secuencia desarrollada para el análisis de la VSE territorial (SEDIFAVSET), permite determinar las dimensiones y los factores que inciden en la vulnerabilidad. El análisis derivado de la aplicación de la herramienta, permite a los diversos actores encargados generar políticas públicas y desarrollar acciones para mitigar el efecto negativo de factores sobre los niveles de VSE en los territorios. La SEDIFAVSET propone, valorar cada dimensión de forma individual, se incluye el nivel de interrelación entre cada una de ellas. En paralelo, se utiliza el enfoque basado en los mapas de cognitivos difusos, debido a que este análisis está determinado por la ambigüedad e incertidumbre en las interrelaciones de los factores y dimensiones. En consecuencia, la secuencia estructurada desarrollada, propone valorar la interdependencia entre los factores seleccionados y su nivel de impacto entre ellos utilizando los Mapas Cognitivos Neutrosóficos (MCN).

Identificación de factores

En esta fase se identifican los factores que inciden en los niveles VSE en un territorio específico, estos se determinan a partir de los más utilizados y publicados en la literatura especializada, utilizando variantes de selección específicas.

Modelar la matriz de adyacencia

En esta fase se modelan las interdependencias entre los factores de la VSE, lo que permite la construcción de la matriz de adyacencia neutrosófica a partir de los factores identificados en la fase anterior. Para esto se hace uso del grupo de expertos seleccionado por el método Delphi[15]. Cuando se utilizan expertos (K) para la construcción de la matriz de adyacencia del MCN[16] se emplea la fórmula siguiente.

$$K=1/2 (F_1+F_2+\dots+F_k) \quad (3)$$

Para este cálculo se propone el uso de la media aritmética

3. Resultados y discusión

La secuencia estructurada para el análisis de dimensiones y factores que generan vulnerabilidad socioeconómica territorial (SEDIFAVSET), se aplicó en el municipio "Calixto García" de la provincia de Holguín, Cuba.

Identificación de dimensiones y factores que generan VSE en Calixto García

Siguiendo la secuencia diseñada, se definieron las dimensiones y factores que en el municipio inciden sobre los niveles de VSE. Las dimensiones propuestas, se obtuvieron utilizando el método Delphi. A los expertos se les presentó una propuesta de 16 dimensiones seleccionadas por medio de la consulta de diferentes materiales investigativos. A las dimensiones seleccionadas, se le determinaron los factores que inciden en cada una de ellas. Para esto, el grupo de expertos seleccionó 28 factores. Las dimensiones y factores seleccionados por los expertos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Relación que se establece entre las dimensiones los factores que generan VSE en Calixto García

DIMENSIONES	FACTORES RELACIONADOS
S	F ₁ Disponibilidad de puestos de trabajo F ₂ Apoyo del gobierno a grupos vulnerables F ₃ Ubicación geográfica de los servicios básicos F ₄ Porcentaje de población servida por acueducto F ₅ Porcentaje de la población con servicio de alcantarillado F ₆ Infraestructura de los servicios de salud F ₇ Infraestructura de los servicios de educación F ₈ Poder adquisitivo de la población para satisfacer necesidades básicas.
E	F ₉ Acceso a los servicios financieros. F ₁₀ Grado de diversificación de la estructura económica F ₁₁ Nivel de diversificación productiva F ₁₂ Correspondencia de las inversiones con las necesidades de desarrollo F ₁₃ Grado de solución de las vulnerabilidades a través de la planificación F ₁₄ Calidad de la infraestructura que sostiene la actividad económica
G	F ₁₅ Autonomía del gobierno F ₁₆ Grado de articulación entre los actores locales F ₁₇ Solución de problemas públicos F ₁₈ Calidad de la solución de problemas públicos F ₁₉ Desarrollo de procesos consultivos F ₂₀ Participación ciudadana en la toma de decisiones públicas F ₂₁ Calidad de la comunicación institucional

- [6] Campos-Vargas, M., A.T. Aparicio, and J.C. Alanís, Riesgos sicionaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 2015. 24(2): p. 53-69.
- [7] Betancourt-Vázquez, A., M. Leyva-Vázquez, and K. Perez-Teruel, Neutrosophic cognitive maps for modeling project portfolio interdependencies. Critical Review, 2015. 10: p. 40-44.
- [8] BATISTA HERNÁNDEZ, N. and J. ESTUPIÑÁN RICARDO, Gestion empresarial y posmodernidad: Infinite Study. 2018, Pons Publishing House, Bruxelles.
- [9] Ricardo, J.E., et al., La perspectiva ambiental en el desarrollo local. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2017.
- [10] Abdel-Basset, M., M. Mohamed, and F. Smarandache, Comment on" A Novel Method for Solving the Fully Neutrosophic Linear Programming Problems: Suggested Modifications". Neutrosophic Sets and Systems, 2020. 31(1): p. 22.
- [11] Abdel-Basset, M., F. Smarandache, and V.H.C. de Albuquerque, Neutrosophic logic for MM signal processing and analysis.
- [12] Broumi, S., et al., Shortest path problem in fuzzy, intuitionistic fuzzy and neutrosophic environment: an overview. Complex & Intelligent Systems, 2019. 5(4): p. 371-378.
- [13] Ortega, R.G., et al., Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management. 2019: Infinite Study.
- [14] Salmeron, J.L. and F. Smarandache, Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process. International Journal of Applied Mathematics & Statistics, 2008. 13(M 08): p. 4-11.
- [15] Smarandache, F., et al., Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment. Neutrosophic Sets and Systems, 2020: p. 204.
- [16] Cortés, L.E.Á., et al., Evaluation of the Impact of Informal Trade using Neutrosophic Cognitive Maps and Weighted Power Mean Operator. Neutrosophic Sets and Systems, 2020. 37(1): p. 25.

Fecha de Recepción: 19 de Noviembre De 2020 Fecha de Aceptación: 16 de Diciembre 2020

