

ESTUDIO DE REDES PARA IDENTIFICAR POSIBLES LÍDERES POLÍTICOS EN LA POBLACIÓN JOVEN DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS, ECUADOR

Edwin Bolívar Prado Calderón^{1*}, Simón Bolívar Gallegos Gallegos^{*}, Javier Alejandro Pinto Rodríguez^{*}

^{*}Universidad Regional Autónoma de los Andes, Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

ABSTRACT

The Council of Citizen Participation and Social Control in Ecuador needs of young members to carry out the defense of the citizens' interests. Unfortunately, at the present day the youth is increasingly skeptical of joining these types of activities. This paper aims to study the social network of young people who are part of the province of Santo Domingo de Tsáchilas, and to identify young people who are natural leaders within the province. For this end, the social networks techniques based on Small World are applied, which are modeled by non-directed graphs, where each vertex represents a person within the social network and each edge the relationship between them. This article also includes the degree of the connection and the presence of indeterminacy in the information. That is why the graphs that model the network are replaced by neutrosophic graphs, where there may be indeterminacy of the connection between at least two vertices. The adjacency matrix of these graphs contains neutrosophic numbers. 17 possible community leaders were identified as a first step in determining whether they could become leaders of the Citizen Participation Council.

KEYWORDS: social network, leader, Small-World, neutrosophic number, neutrosophic graph.

MSC: 62C99, 62P25, 91D30, 97M70.

RESUMEN

El Consejo de Participación Ciudadana y Control Social en el Ecuador necesita de integrantes jóvenes que lleven adelante la defensa de los intereses de la ciudadanía. Desafortunadamente la juventud actual se muestra cada vez más escéptica para incorporarse a este tipo de institución. El presente artículo tiene como objetivo el estudio de la red social de jóvenes que forman parte de la provincia de Santo Domingo de Tsáchilas, para identificar los jóvenes que son líderes naturales dentro de la provincia. Para ello se aplican las técnicas de redes sociales basadas en Mundo Pequeño, que se modelan mediante grafos no dirigidos, donde cada vértice representa una persona dentro de la red social y cada arista la relación entre ellas. En este artículo se incluye también el grado de la conexión y la presencia de indeterminación en la información. Es por ello, que los grafos que modelan la red se sustituyen por grafos neutrosóficos, donde puede existir indeterminación de la conexión entre al menos dos vértices. La matriz de adyacencia de estos grafos contiene números neutrosóficos. Se identificaron 17 posibles líderes de la comunidad como un primer paso para determinar si pudieran convertirse en líderes del Consejo de Participación Ciudadana.

PALABRAS CLAVES: red social, líder, Mundo Pequeño, número neutrosófico, grafo neutrosófico.

1. INTRODUCCIÓN

En un estado democrático como el Ecuador la participación ciudadana es fundamental para el desenvolvimiento del aparato administrativo estatal, por cuanto la democracia que es la voluntad del pueblo debe ser respetada en todas las esferas del poder público; entendiéndose por participación ciudadana como “la incidencia de los individuos y grupos sociales en las diferentes etapas en las que se resuelven asuntos de interés público, es decir, en la consulta, discusiones, planteo de propuestas, y todo tipo de actividades que en las cuales interrelacionan el Estado y los ciudadanos para el progreso de la comunidad”, véase [10].

A pesar de que el Ecuador nació como una república democrática, el reconocimiento de la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones de los poderes estatales de una forma más directa y participativa es de reciente conceptualización, tomó fuerza en las tres últimas décadas y en especial a partir de la vigencia de la Constitución de Montecristi del año 2008, véase [6], ante la necesidad de enfrentar la corrupción galopante en el sector público.

La solución en concreto a la problemática de la corrupción consistió en delegar al ciudadano la tarea de vigilar y estar atento a la actividad que realiza el funcionario público, para que de esta manera sea el primero

¹Email: us.edwinprado@uniandes.edu.ec

en denunciar y llevar a la luz pública los actos de corrupción que podría presentarse; pero para que el ciudadano realice esta actividad de vigilante fiscalizador, fue necesario incorporar en la Constitución una nueva función del estado y es así como en la Constitución del año 2008 (Art. 204.Inc.2); véase [6], se incorpora la de “Transparencia y Control Social” teniendo como fin, el promover e impulsar a través de la ciudadanía el control de las entidades y organismos del sector público y de las personas naturales o jurídicas del sector privado que presten servicios o desarrollen actividades de interés público, para de esta forma proteger el ejercicio y cumplimiento de los derechos y prevenir y combatir la corrupción.

El interés de que sean los jóvenes quienes se empoderen del mecanismo de participación tiene dos razones: la primera se sustenta en que la población en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas está conformada por jóvenes en las edades comprendidas de 16 a 29 años en aproximadamente un 28%, según datos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo); véase [12]; por lo que se vuelve urgente que sean los jóvenes quienes tomen conocimiento y conciencia de la importancia de su participación en la vida política del país, a fin de crear una cultura participativa que se heredaría a las nuevas generaciones.

De acuerdo a la definición utilizada en [13]: “El liderazgo es un proceso mediante el cual un individuo ejerce su influencia sobre un grupo de individuos para lograr un objetivo común”. En [5][13] se aborda el tema del liderazgo desde el punto de vista de los rasgos de personalidad del líder, Entre estos rasgos están el autoconocimiento y la autosuperación de los líderes, su capacidad para tomar decisiones sensatas y oportunas, su conocimiento de sus seguidores y su preocupación por el bienestar de estos.

Una teoría que apoyará la investigación que se realiza es la Neutrosofía. La Neutrosofía es la rama de la filosofía que estudia lo referente a las neutralidades. Los conjuntos neutrosóficos generalizan los conjuntos difusos, los conjuntos intuicionistas difusos, los conjuntos difusos en forma de intervalo, entre otros, véase [14][19][20]. Los conjuntos neutrosóficos preservan la incertidumbre de los anteriores, con la peculiaridad de contener una función de pertenencia de indeterminación independiente, además de una función de pertenencia y de otra función de no pertenencia, ninguna de las tres obedece a ninguna restricción.

En este artículo se utilizarán los grafos neutrosóficos ([14]); que están formados por vértices y aristas como los grafos deterministas, y donde pueden existir aristas o conexiones indeterminadas entre los vértices. Estos grafos se representan por matrices de adyacencia formadas por números neutrosóficos que pueden contener el elemento I de indeterminación, [21][22].

La presente investigación tiene como objetivo estudiar el comportamiento de las redes de jóvenes entre 16 y 29 años en la Provincia de Santo Domingo de Tsáchilas, Ecuador, así como ayudar a la identificación de posibles líderes naturales que pudieran formar parte del Consejo de Participación Ciudadana y Control Social. Este es solo un paso inicial donde se tiene en cuenta la capacidad de liderazgo, para luego determinar otras características de los jóvenes identificados como líderes.

Para ello se aplicaron técnicas provenientes de la Teoría de Redes, las redes son grafos no dirigidos donde los vértices representarán los jóvenes de la provincia, mientras que las aristas representarán las relaciones entre estos. Existen índices para determinar las características de la red que se estudia. En particular se tratará con redes sociales que se caracterizan por ser Mundos Pequeños o *Small Worlds* en inglés, véase [4][9][15][16][23]. O sea, son redes con muchos elementos, pero con una relación muy estrecha entre los mismos.

En este artículo se sustituirán los grafos clásicos por grafos neutrosóficos y los índices para estudiar las redes, así como la identificación de los posibles líderes se adaptarán para calcularse con ayuda de números neutrosóficos, en lugar de las clásicas aristas. Esto permite considerar el grado de la conexión y la indeterminación entre las conexiones.

Un aporte de este artículo es la utilización de grafos neutrosóficos para también poder representar relaciones de cierto tipo, que sean indeterminadas o desconocidas, entre personas que forman parte de una red social, y a partir de esta representación calcular índices de la Teoría de Redes, que son primordialmente deterministas. Esta modelación puede ser aplicada en diferentes contextos de relaciones sociales, más allá de las que se tratan en este artículo. Incluso todo indica que podrían aplicarse en redes no sociales como redes de computadoras o redes de teléfonos móviles.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta sección se dedica a exponer las teorías y conceptos principales que servirán de base para resolver el problema que nos ocupa.

Definición 1. ([20]): Sea X un universo de discurso. Un *Conjunto Neutrosófico* (CN): está caracterizado por

tres funciones de pertenencia, $u_A(x), r_A(x), v_A(x): X \rightarrow]^{-0}, 1^+[$, que satisfacen la condición $0 \leq \inf u_A(x) + \inf r_A(x) + \inf v_A(x) \leq \sup u_A(x) + \sup r_A(x) + \sup v_A(x) \leq 3^+$ para todo $x \in X$. $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$: denotan las funciones de pertenencia, de indeterminación y no pertenencia de x en A , respectivamente, y sus imágenes son subconjuntos estándares o no estándares de $]^{-0}, 1^+[$.

Definición 2. ([20]): Sea X un universo de discurso. Un *Conjunto Neutrosófico de Valor Único* (CNVU): A sobre X es un objeto de la forma:

$$A = \{ \langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x) \rangle : x \in X \} \quad (1)$$

Donde $u_A, r_A, v_A : X \rightarrow [0,1]$, satisfacen la condición $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) \leq 3$ para todo $x \in X$. $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$: denotan las funciones de pertenencia, de indeterminación y de no pertenencia de x en A , respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un *Número Neutrosófico de Valor Único* (NNVU): será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$ y satisface $0 \leq a + b + c \leq 3$.

La *Lógica Neutrosófica* (LN): es una generalización de la lógica difusa, en esta teoría una proposición P se caracteriza por tres componentes, véase [14]:

$$LN(P) = (T, I, F) \quad (2)$$

Donde T es el grado de veracidad, F el grado de falsedad e I el grado de indeterminación. Estas tres componentes no son necesariamente dependientes entre sí. Véase que una particularidad es que la indeterminación es parte de la lógica.

Por otro lado se tiene el concepto de *número neutrosófico*. Los *números neutrosóficos* tienen la estructura algebraica $a+bI$, donde $I =$ indeterminación, véase la Definición 3.

Definición 3 ([21][22]):. Sea R un anillo. El *anillo neutrosófico* $\langle R \cup I \rangle$ es también un anillo, generado por R e I bajo la operación de R , donde I es un elemento neutrosófico que satisface la propiedad $I^2 = I$. Dado un entero n , se tiene que $n+I$ y nI son elementos neutrosóficos $\langle R \cup I \rangle$ y además $0 \cdot I = 0$. Adicionalmente, I^{-1} , el inverso de I no está definido.

Por ejemplo, $\langle \mathbb{Z} \cup I \rangle$ es el anillo neutrosófico generado por el anillo de los enteros.

$\text{En} \langle R \cup I \rangle$ se tiene $I+I+\dots+I = nI$.

Definición 4. ([21][22]):. Un *número neutrosófico* N , se define como un número de la forma siguiente:

$$N = d + I \quad (3)$$

Donde d se llama *parte determinada* e I se llama la *parte indeterminada*.

Ejemplo 1. Sea $N = 1+I$, donde 1 es la parte determinada e I es la parte indeterminada. Si $I = [0,1; 0,2]$ entonces, $N = [1,1; 1,2]$.

Dados $N_1 = a_1 + b_1I$ y $N_2 = a_2 + b_2I$ dos números neutrosóficos, algunas operaciones entre ellos se definen como a continuación:

$$\begin{aligned} N_1 + N_2 &= a_1 + a_2 + (b_1 + b_2)I \text{ (Adición);} \\ N_1 - N_2 &= a_1 - a_2 + (b_1 - b_2)I \text{ (Resta);} \\ N_1 \times N_2 &= a_1a_2 + (a_1b_2 + b_1a_2 + b_1b_2)I \text{ (Producto);} \\ \frac{N_1}{N_2} &= \frac{a_1+b_1I}{a_2+b_2I} = \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_2b_1-a_1b_2}{a_2(a_2+b_2)}I \text{ (División);} \end{aligned}$$

La matriz que consta de elementos en $\langle R \cup I \rangle$ se llama *matriz neutrosófica*.

Un *grafo neutrosófico* es un grafo con al menos una arista neutrosófica que une dos vértices, es decir una arista donde existe indeterminación sobre la conexión de al menos dos de sus vértices.

Un proceso de *des-neutrosificación* puede aplicarse para dar un orden final. Este proceso provee de un rango

de números para la centralidad utilizando como base los valores máximo y mínimo de $I = [a_1, a_2] \subseteq [0, 1]$, utilizando la siguiente ecuación:

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (4)$$

Un orden entre $A = [a_1, a_2]$ y $B = [b_1, b_2]$ basado en λ se define como a continuación:

$$A > B \Leftrightarrow \lambda(A) > \lambda(B) \quad (5)$$

Es decir, se prefiere A sobre B si y solo si $\lambda(A) > \lambda(B)$.

Una *Red* se considera un grafo $G = \langle V, E \rangle$ no dirigido de un conjunto $V = \{x_i\}$ de vértices, unido por un conjunto E de aristas., véase [4][16][23]. La Red se utiliza para modelar redes sociales, donde cada vértice representa una persona y cada arista la relación entre las personas representadas por los vértices unidos por la arista.

La *densidad* de una red se refiere al número relativo de aristas conectadas con respecto al tamaño de la red. Este parámetro de la red se puede medir con ayuda de dos índices, la *densidad de la red* y el *grado medio*, expuestos en las Ecuaciones 6 y 7, respectivamente:

$$\rho = MN(N - 1): \quad (6)$$

$$k = MN \quad (7)$$

Donde M es el número de aristas en la red y N es el número de vértices.

Dada una red $G = \langle V, E \rangle$, el *camino más corto* entre dos vértices x_i y x_j se calcula como el menor número de aristas que puede conectar a ambos vértices. A este número se le llama *distancia* entre x_i y x_j , que se denota por d_{ij} .

Definición 5. Dada una red $G = \langle V, E \rangle$. La *longitud de camino media* de G, denotada por L se calcula por la siguiente fórmula.

$$L = \frac{1}{N(N - 1)} \sum_{i \neq j} d_{ij} \quad (8)$$

Mientras que el *diámetro* de la red se calcula por la fórmula siguiente:

$$D = \max_{i,j} d_{ij} \quad (9)$$

El *coeficiente de agrupamiento* es una medida de la proporción en la que los vértices de la red tienden a agruparse entre sí. Este tipo de coeficiente consta de dos versiones: el *coeficiente de agrupamiento local* y el *coeficiente de agrupamiento global*. El *coeficiente de agrupamiento local* mide cuan cerca están de ser un clique los vecinos de un vértice, mientras que la versión global se calcula por la media de los coeficientes locales y mide de manera general el grado de agrupamiento en la red. Estos coeficientes se calculan por las dos ecuaciones siguientes:

$$C_i = \frac{2EN_i}{k_i(k_i - 1)} \quad (10)$$

Donde EN_i es el número de vértices conectados realmente con v_i y k_i es el número de posibles conexiones con el vértice v_i .

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \quad (11)$$

Un fenómeno de *Mundo Pequeño* (MP): o *Small-World* en inglés, es aquél que intuitivamente se expresa por

la existencia de una red grande con un pequeño L. Intuitivamente esto significa que existe un alto grado de interconexión entre las personas que forman la red social, aunque el número de personas es grande.

Definición 6. Un vértice x de una red $G = \langle V, E \rangle$ se considera un *líder* dentro de un MP si se dan las siguientes condiciones:

1. Existe una gran congestión (número de aristas que llegan al vértice): alrededor de este vértice.
2. La mayoría de los vértices en el MP están conectados directamente con x .
3. Existe un alta “pasadura”, que es el número de caminos más cortos entre pares de nodos, que pasan por x .
4. El nodo x está conectado con la mayoría de los otros nodos que verifican las mismas condiciones 1, 2 y 3.

Para simplificar los cálculos, en este artículo se usará como definición de líder aquel vértice que solo satisfaga la condición 2.

3. RESULTADOS

En este artículo se trabajará la red social que consiste en los jóvenes de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Teniendo en cuenta que ellos constituyen alrededor del 28% de la población de la provincia de habitantes entre 16 y 29 años de edad, y que el territorio consta de una población total estimada de 425.237 habitantes, se tiene que la población estimada de jóvenes en la provincia es $P = 119.066$ jóvenes.

Para modelar esta red social de jóvenes en Santo Domingo de los Tsáchilas se utiliza una red $G = \langle V, E \rangle$ de la siguiente forma:

1. Cada joven de los 119.066 de la provincia se representa mediante un vértice del grafo, por tanto $V = \{V_i\}$, donde $i = 1, 2, \dots, 119.066$.
2. Cada arista en E , se asocia a un número neutrosófico α_{ij} , para cada par de $i, j \in \{1, 2, \dots, 119.066\}$. Estos números satisfacen las siguientes condiciones:
 - 2.1. $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$, que significa que las relaciones entre los habitantes son recíprocas.
 - 2.2. $\alpha_{ii} = 1$, lo que significa que la relación entre un habitante consigo mismo es total.
 - 2.3. $\alpha_{ij} \in [0, 1]$ denota el grado de la relación entre los vértices i e j . Donde $\alpha_{ij} = 1$ significa que la relación entre ellos es total, por ejemplo, entre dos jóvenes hermanos que viven juntos, mientras que $\alpha_{ij} = 0$ significa que no existe vínculo alguno entre ellos. $\alpha_{ij} \in (0, 1)$: representa el grado de vinculación entre los dos jóvenes.
 - 2.4. $\alpha_{ij} = I$, significa que no se tiene conocimiento de la existencia de alguna relación entre los dos jóvenes.
 - 2.5. $\alpha_{ij} = d+I$, donde $d \in [0, 1]$, es el grado de relación conocido al que se le aporta una grado I de incertidumbre.

Para estudiar la red social que ocupa a los autores de este artículo, se considera que la presencia de un joven en las redes sociales virtuales como facebook u otra, forma parte de la actividad política en la actualidad. No se concibe un líder social en la actualidad que no forme parte de las redes sociales, donde divulgue su imagen y su ideología. Esta característica se considera con el objetivo de hacer más viable el estudio que se lleva a cabo.

Por otro lado, debido a la gran cantidad de jóvenes que forman la población bajo estudio, se consideró tomar una muestra aleatoria de los jóvenes que forman parte de la población total. El tema del análisis estadístico aplicado al estudio de problemas de las ciencias sociales merece una atención especial, véase [18], como se aprecia en [1] para el caso de las ciencias jurídicas.

El principio que se sigue es que los jóvenes líderes que se identifiquen en la población total se podrán identificar también en las conexiones de los individuos escogidos por una muestra aleatoria. Para ello se utilizó la siguiente fórmula, véase [7]:

$$n = \frac{Z^2 P p q}{E^2 (P - 1) + Z^2 p q} \quad (12):$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra,
- Z: Es el valor de la distribución normal con el nivel de confianza asignado,
- E: Error muestral deseado,
- P: Tamaño de la población,
- p, q: Se toman como 50% o 0,5.

Para $Z = 1,96$, que es el valor de Z para un nivel de confianza del 95%, con $E = 0,05$ se tiene que el tamaño de la muestra es de $n = 382,93 \approx 383$. Los valores para p y q se tomaron como 0,5 porque no se conoce a priori la proporción de líderes respecto a la población total.

El método de muestreo utilizado fue el simple aleatorio, donde dentro de la población de jóvenes se seleccionó la muestra de manera aleatoria sin reposición. Cada elemento de la población tuvo la misma posibilidad de ser elegido, independientemente de poder pertenecer a algún grupo de interés, como la clase social, barrio, tendencia política, género, entre otras características. El muestreo simple aleatorio tiene como limitación que si la población no es homogénea, puede que se tenga una mayor cantidad de individuos de un grupo específico minoritario por encima de otros con más miembros, véase [11][17]. Un tipo de muestreo que evita este inconveniente es el muestreo estratificado, donde la población heterogénea se divide en subpoblaciones homogéneas, y el muestreo se realiza en proporción a los tamaños de las subpoblaciones, de manera que todos los grupos estén representados en la misma proporción.

Los argumentos que llevaron a los autores de esta investigación a utilizar el muestreo simple aleatorio se enumeran a continuación:

1. Es el más simple de todos los métodos de muestreo, por tanto hizo menos compleja la selección de los elementos de la muestra.
2. No fue posible dividir la población en grupos homogéneos debido a la complejidad que significó al equipo investigador conseguir esta información. Téngase en cuenta que se recurrió solo a una muestra de jóvenes, porque fue imposible estudiar la población completa. No obstante se recomienda considerar otros tipos de muestreo, o incluso la realización de un censo para llevar a cabo el estudio de una manera más profunda. Un método de interés que pudiera utilizarse en futuros trabajos es el muestreo sobre grafos, véase [2].
3. Este es solo un estudio preliminar, que no pretende ser exhaustivo, solo identificar a los posibles líderes jóvenes en la provincia.

Cada uno de los jóvenes de la muestra se entrevistó por un especialista, que le realizó una encuesta ayudado por sus cuentas en las redes sociales, donde se recogió una lista de otros jóvenes de la provincia conectados con el entrevistado. Además, se le preguntó al entrevistado sobre su relación con cada uno de los nombres provistos por su lista, en una escala de 1 a 10, donde 1 significa que no existe casi relación y 10 que la relación es plena.

Algunos visitados, aunque pocos, no mostraron interés en la encuesta, por tanto, se consideró que su relación con los demás es desconocida y se utilizó I para modelar este hecho, con $I = [0, 1]$. Los valores entre 1 y 10 se dividen por 10, y esta se considera la parte determinada del número neutrosófico o el valor de verdad determinado sin indeterminación. Véase en [3] un algoritmo de optimización sobre grafos neutrosóficos.

Estos nombres se guardaron en ficheros Excel para su posterior estudio. Para ese estudio se tuvieron en cuenta la lista de los 393 encuestados a los que se les adicionó la lista de los jóvenes de la provincia que formaban parte de sus redes sociales, esto elevó a un número total de nombres de $M = 553$.

Debido a la complejidad de los cálculos necesarios, estos se realizaron con ayuda de Octave 4.2.1. Octave es un software libre que se basa en el lenguaje m de MATLAB, por tanto, un programa de extensión .m se puede utilizar en ambos softwares, véase [8]. El principio de Octave, así como MATLAB es la representación matricial y el cálculo numérico, realizado principalmente con matrices, lo que permite una representación numérica de los elementos.

La principal dificultad que se encontró en los cálculos está en el orden de la matriz que es de 553, lo que significan 305.809 datos. El uso de Octave facilitó la realización de los cálculos, debido a que está diseñado para calcular con datos matriciales. Por otra parte, cada una de las fórmulas de cálculo utilizan casi exclusivamente las cuatro operaciones básicas, lo que significa que los programas no tienen gran dificultad desde el punto de vista de la programación, puesto que aunque Octave es un intérprete, estas operaciones están optimizadas. Es por ello que los autores crearon los programas utilizados en los cálculos.

No obstante, en el futuro no debería descartarse la creación de programas en otros lenguajes de perfil más amplio, como C o python, por ejemplo, que permitan realizar estas operaciones de menor costo computacional, con matrices de mayor orden, y que sea más amigable para los usuarios,

Por conveniencia, cada nombre de los ciudadanos que fueron objeto de estudio se asoció a un número de orden del 1 al 553, después de haberlos ordenado alfabéticamente. Se creó una matriz de adyacencia de 553×553 , donde el elemento $a_{ij} = 0$, si no hay relación entre el i -ésimo individuo de la lista con el j -ésimo individuo de la lista, en caso contrario se le asigna el valor dado por el entrevistado sobre su grado de relación.

Se calculó que el número de aristas con valores asociados no nulos y no indeterminados fue de $N = 42.839$, por tanto, se tiene que el grado medio de la red, véase Ecuación 7, es de $k = 23.689.967$.

En la investigación se adaptaron las fórmulas brindadas en las Ecuaciones 8, 9, 10 y 11, a cálculos con números neutrosóficos. Primero se les aplicó la des-neutrosificación, según la Ecuación 4, para luego aplicárseles los índices clásicos. De manera que se obtuvieron los siguientes resultados:

$$L = 3,0006, \text{ mientras que } D = 6.$$

Se estimó $\bar{C} = 1,9624 * 10^{-5}$.

Dentro del conjunto de jóvenes estudiados se identificó un grupo de 17 de ellos que muestran la característica 2 de liderazgo dentro de la Definición 6. La cantidad fijada como criterio de selección de liderazgo fue de 267 o más jóvenes vinculados directamente al vértice representado por cada líder.

Como resultado de este trabajo se recomendó a los interesados a estudiar más profundamente a estos 17 jóvenes y sus intereses en convertirse formalmente en líderes políticos. Debido a la manera en que se realizó el estudio no es posible determinar a priori los rasgos de personalidad o sociológicos de los posibles líderes identificados. Tan solo se ha podido comprobar que estas personas poseen rasgos de como la facilidad de comunicación y el carisma. Los artículos en [5][13] pueden servir de guía para este objetivo.

4. CONCLUSIONES

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Santo Domingo de Tsáchilas, Ecuador. El objetivo fue el estudio de la población de jóvenes de la provincia que pudieran ser líderes potenciales. Para ello se aplicó el estudio de redes sociales y se llegó a una lista de 17 jóvenes entre 16 y 29 años que pueden ser líderes dentro de la comunidad, de acuerdo a la conexión que tienen con otros jóvenes en las redes sociales. Se aplicaron números neutrosóficos y el proceso de des-neutrosificación con la intención de modelar la información desconocida y el grado de relación entre los jóvenes. Adicionalmente se estudiaron las características de las redes de jóvenes en la provincia, y se llegó a la conclusión que existe una separación bastante pequeña de relaciones entre los jóvenes, de alrededor de 3 grados de separación.

El método de estudio utilizado puede servir de precedente para utilizarse en otras poblaciones y otros contextos, no obstante varias recomendaciones son válidas, como se expone a continuación.

Se recomienda repetir el estudio con toda la población juvenil, si es posible, y analizar la pertinencia de aplicar otro método de muestreo, que debería aplicarse en caso de que fuera posible. Otra recomendación es estudiar las características psicosociales de los jóvenes que se identifiquen como posibles líderes, como clase social, etnia, género, raza, nivel académico, rasgos de personalidad como el carisma, entre otros. Esto permitirá determinar qué tipo de personalidad debe tener un líder en la provincia de Santo Domingo de Tsáchilas. Este estudio tuvo como limitación que solo se considera como posibles líderes las personas más conectadas dentro de las redes sociales, se recomienda tener en cuenta otros factores, aunque esto podría hacer más complejos los cálculos.

Más allá del problema específico que ocupa esta investigación, el método propuesto puede utilizarse en otros contextos donde exista indeterminación o desconocimiento por parte del entrevistador sobre la relación entre dos o más miembros de la red. Se debe destacar que este método fue diseñado por los autores, los que planean como trabajo futuro la aplicación del método incluso en otros contextos, como en redes de computadoras o en redes de teléfonos móviles.

RECEIVED: NOVEMBER, 2019.
REVISED: FEBRUARY, 2020.

REFERENCIAS

- [1] BOUZA HERRERA, C. N. (2017): Some thoughts on the use of statistical sampling in legal research, **International Journal of Digital and Data Law**, 61-68, url: <http://ojs.imodev.org/index.php/RIDDN>.
- [2] BOUZA, C. N. y ALLENDE, S. M. (2002): Inferencias sobre grafos, **Economic Analysis Working Papers**, 1, Spain.
- [3] BROUMI, S., BAKALI, A., TALEA, M., SMARANDACHE, F. y VLADAREANU, L. (2016):. Computation of shortest path problem in a network with SV-trapezoidal neutrosophic numbers. En **2016 International Conference on Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS)**, IEEE, 417-422.
- [4] CASASÚS ESTELLÉS, T. y YAGER, R. R. (2014): Fuzzy Concepts in Small Worlds and the Identification of Leaders in Social Networks, En: **Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge- Based Systems**, Parte 2, Springer, Cham.
- [5] COLBERT, A. E., JUDGE, T. A., CHOI, D. y WANG, G. (2012): Assessing the trait theory of leadership using self and observer ratings of personality: The mediating role of contributions to group success, **The Leadership Quarterly**, 23, 670–685.
- [6] CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008): Montecristi-Ecuador: Registro Oficial No. 449-20/10/2008.
- [7] DIXON, W. J. y MASSEY, F. J. (1965): **Introducción al Análisis Estadístico**. Ediciones del Castillo S.A., Madrid.
- [8] EATON, J. W., BATEMAN, D., HAUBERG, S. y WEHBRING, R. (2017): **GNU Octave: A high-level interactive language for numerical computations, versión 4.2.1**. url: <http://www.gnu.org/software/octave/doc/interpreter>.
- [9] GARRIDO, A.(2012): Measuring Complex Networks, **American Journal of Mathematics and Statistics**, 2, 20-24.
- [10] GUILLEN, A., SÁENZ, K., BADI, M., y JORGE, C. (2009): Origen, espacio y niveles de participación ciudadana. **Daena: International Journal of Good Conscience**, 4, 179-193.
- [11] GUTIÉRREZ, A. (2015): **Estrategias de Muestreo, Diseño de Encuestas y Estimación de Parámetros**, Lemoine Editores, Bogotá.
- [12] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (s.f.): **Ecuador en Cifras**, Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>, consultado el 1 de agosto de 2018.
- [13] KUMAR SHARMA, M. y JAIN, S. (2013): Leadership Management: Principles, Models and Theories, **Global Journal of Management and Business Studies**, 3, 309-318.
- [14] LEYVA VÁZQUEZ, M. y SMARANDACHE, F. (2018): **Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre**, Pons, Bruselas.
- [15] LI, F., YANG, Y., XIE, J., LIU, A. y CHEN, Q. (2014): Selection Method of Customer Partners in Customer Collaborative Product Innovation, **Journal of Intelligent Systems**, 23, 423-435.
- [16] NARANG, R., SARIN, S., SINGH, P. y GOYAL, R. (2018): Impact of Reciprocity in Information Spreading Using Epidemic Model Variants, **Information**, 9, 136-159.
- [17] SAMPATH, S. (2001): **Sampling Theory and Methods**, Narosa Publishing House, New Delhi.
- [18] SIEGEL, S. y CASTELLAN, N. J. (1970): **Estadística No Paramétrica: Aplicada a las Ciencias de la Conducta**, Editorial Trillas, México D. F.
- [19] SMARANDACHE, F. (2002): Neutrosophy, a new Branch of Philosophy. **Multiple-Valued Logic / An International Journal**, 8, 297-384.
- [20] SMARANDACHE, F. (2005): **A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability**, 6^{ta} Edición., InfoLearnQuest, Ann Arbor,
- [21] VASANTHA KANDASAMY, W. B. y SMARANDACHE, F. (2004): **Basic Neutrosophic Algebraic Structures and Their Application to Fuzzy and Neutrosophic Models**, Hexis, Church Rock.
- [22] VASANTHA KANDASAMY, W. B. y SMARANDACHE, F. (2018):. Algebraic Structure of Neutrosophic Duplets in Neutrosophic Rings $\langle Z U I \rangle$, $\langle Q U I \rangle$ and $\langle R U I \rangle$, **Neutrosophic Sets and Systems**, 23, 85-95.
- [23] WANG, J., ZHANG, K., SUN, X., TAN, Y., WU, Q. y WU, Q. (2018):. Package Network Model: A Way to Capture Holistic Structural Features of Open-Source Operating Systems, **Symmetry**, 11, 172-191.