

# ANÁLISIS DE LA FIGURA, DESPIDO INTEMPESTIVO EN EL ORDENAMIENTO JURÍDICO DE ECUADOR, CON EL USO DE MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS

Marco Sandoval Ortiz<sup>1\*</sup>, Carlos Grimaldo Lorente<sup>\*</sup>, Marlon Escobar Jácome<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Universidad Regional Autónoma de los Andes, Tulcán, Carchi, Ecuador.

## ABSTRACT

In the workplace, the worker is considered the weakest part of the employment relationship. Untimely dismissal is a social problem in Ecuador. This paper aims to evaluate the situation of untimely dismissal in this country, through the opinion of experts on this topic. For this study, the method known as Fuzzy Cognitive Map has been used, which are directed graphs to represent relationships between concepts. Each vertex of the graph represents a concept and each edge the causal relationship between them. Each edge is associated with a value in  $[-1, 1]$  that represents the degree of causality between the concepts. When the value is negative it means that while one variable increases the other decreases and vice versa, when the value is positive then either, both variables increase or both decrease simultaneously. This first phase classifies each studied variable according to its influence on the others in terms of transmitter (it does not depend on another one and others depend on it), receiver (it depends on others and none depends on it), ordinary (it is both dependent on others as others depend on it). In the second phase, the Neutrosophic AHP technique is applied to assess the situation in Ecuador in this regard. Neutrosophic AHP consists of assigning a score to alternatives through expert evaluation of criteria and subcriteria, where a pair-wise comparison is made of the importance of one criterion over another. The use of neutrosophic sets has the advantage of including indeterminacy and calculation with linguistic terms. Neutrosophic AHP provides weights to each criterion to evaluate the total situation of untimely dismissal, which are used to obtain a final value once the evaluations are carried out by the experts. The results confirm that the situation is punctuated as 4.7 in a scale of 1-10.

**KEYWORDS:** untimely dismissal, labor conflict, Neutrosophic AHP, Fuzzy Cognitive Map.

**MSC:** 03E99, 62C99.

## RESUMEN

En el ámbito laboral el trabajador es considerado la parte más débil de la relación. El despido intempestivo es un problema social en el Ecuador. El objetivo del presente artículo es evaluar la situación del despido intempestivo en este país, mediante la opinión de expertos sobre este tema. Para este estudio se ha utilizado el método conocido por Mapas Cognitivos Difusos, que son grafos dirigidos para representar relaciones entre conceptos. Cada vértice del grafo representa un concepto y cada arista la relación causal entre estos. Cada arista se asocia a un valor en  $[-1, 1]$  que representa el grado de causalidad entre los conceptos. Cuando el valor es negativo significa que mientras aumenta una variable la otra disminuye y viceversa, cuando el valor es positivo o las dos variables aumentan o las dos disminuyen simultáneamente. Esta primera fase clasifica a cada variable estudiada según su influencia sobre las demás en cuanto a transmisora (no depende de otra y las otras dependen de ella), receptora (depende de otras y ninguna depende de ella), ordinaria (es tanto dependiente de otras como otras dependen de ella). En la segunda fase, se aplica el AHP Neutrosófico para evaluar la situación del Ecuador en este aspecto. El AHP neutrosófico consiste en la asignación de una puntuación a alternativas mediante la evaluación por expertos en criterios y subcriterios, donde se realiza la comparación por pares sobre la importancia de un criterio sobre otro. El uso de conjuntos neutrosóficos tiene como ventaja que se incluye la indeterminación y el cálculo con términos lingüísticos. El AHP neutrosófico provee de pesos a cada criterio para evaluar la situación general del despido intempestivo, los cuales se utilizan para obtener un valor final una vez que los expertos realizan las evaluaciones. Los resultados confirman que la situación se puntúa con un valor de 4,7 en una escala de 1 a 10.

**PALABRAS CLAVES:** despido intempestivo, conflicto laboral, AHP Neutrosófico, Mapa Cognitivo Difuso.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito laboral se considera al trabajador como la parte más débil de la relación laboral y de acuerdo a una publicación del diario El Comercio del día 13 de noviembre del 2016 titulada “El despido intempestivo es la queja más común en Juzgados” se determina que el índice de despidos en el Ecuador es muy alto, véase [7][8][15][16]. Sin embargo, aquello no es el problema, lo realmente preocupante es la dificultad que posee el trabajador para poder probar dicha terminación ilegal de la relación laboral tal como lo señala Contreras Gallo, véase [9].

De acuerdo a la normativa actual de Ecuador (véase [3]) es el trabajador(a) a quién le corresponde probar la existencia del despido intempestivo en un juicio laboral. Sin embargo, este (a) sufre usualmente de

<sup>1</sup>Email: [ut.marcosandoval@uniandes.edu.ec](mailto:ut.marcosandoval@uniandes.edu.ec)

limitaciones en la obtención de pruebas que permitan justificar el hecho, dada las particularidades en las que ocurre. Generalmente las pruebas debe encontrarlas en las instalaciones de la empresa, de forma reservada y si existen testigos son los mismos trabajadores del empleador, los que se rehúsan a dar su testimonio, al estar en juego su estabilidad laboral.

En el Código del Trabajo de Ecuador se determina el pago de una indemnización al trabajador por el empleador en caso de despido, pero esto muchas veces se anula cuando se trata de un despido intempestivo ([4]). Para la tratadista Irene Rojas Miño, dicha indemnización tiene la finalidad de resarcir en algo el perjuicio causado y permitirle al trabajador cesante contar con ciertos recursos mientras se procura una nueva fuente de ingresos para su sustento y el de su familia, véase [18]. Sin embargo, para acceder a dicha indemnización primero el empleador debe reconocer la existencia del despido intempestivo o el trabajador debe probarlo, lo cual como se refirió anteriormente es muy complejo.

En este artículo se aplican métodos matemáticos de decisión multi-criterio. Estos son el AHP Neutrosófico y los Mapas Cognitivos Difusos. Ambos se utilizan para evaluar la situación del despido intempestivo en Ecuador.

El AHP Neutrosófico es una técnica que se utiliza para evaluar cuantitativamente varias alternativas a través de criterios y sub-criterios. Estas evaluaciones son emitidas por uno o más expertos, mediante la comparación por pares de la importancia de cada criterio, sub-criterio, entre otros. Este método fue creado por Saaty, véase [19] donde se utiliza una escala numérica real. Una de las generalizaciones de esta técnica fue mediante el uso de la Neutrosofía, véase [1][2][6].

La Neutrosofía es la rama de la filosofía que trata todo lo concerniente a las neutralidades, véase [14][20][21]. En especial la lógica neutrosófica y los conjuntos neutrosóficos generalizan a los conjuntos difusos, los conjuntos intuicionistas difusos, los conjuntos difusos en forma de intervalo, los conjuntos intuicionistas difusos en forma de intervalo, entre otros. La particularidad de esta nueva aproximación es que se define por primera vez una función de pertenencia de indeterminación independiente, donde se tiene en cuenta lo desconocido, lo contradictorio, lo inconsistente, dentro de la información y el conocimiento.

Por otro lado, se aplican los Mapas Cognitivos Difusos ([13]). Esta es una manera de representar el conocimiento mediante un grafo dirigido. Cada vértice del grafo representa un concepto y cada arista la relación causal entre los conceptos representados por los vértices que esta conecta. Adicionalmente, cada arista se asocia a un valor real en el intervalo  $[-1, 1]$ , donde un valor negativo significa que existe relación inversa entre los conceptos y un valor positivo significa que la relación es directa. El valor en módulo del valor mide la fuerza entre la relación. Este método se ha usado exitosamente en estudios de tipo social, véase [11][14].

En el presente artículo se aplican los Mapas Cognitivos Difusos para representar las relaciones causales entre las variables en relación al despido intempestivo en Ecuador, además de clasificar cada una de ellas en transmisora que es una componente de impulso, receptora que es la impactada, y ordinaria que es una componente intermedia. La técnica AHP Neutrosófica se aplica para evaluar la situación del Ecuador en este tema.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta sección se dedica a exponer conceptos como Conjunto Neutrosóficos, Mapas Cognitivos Difusos, el Método AHP Neutrosófico, entre otros temas necesarios para poder solucionar el problema que se trata. A continuación se especifican las definiciones relacionadas con la Neutrosofía.

**Definición 1.** ([14]) 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 a verdadero, indeterminado y falso de  $x$  en  $A$ , respectivamente, y sus imágenes son subconjuntos estándares o no estándares de  $]-0, 1^{+}[$ .

**Definición 2.** ([14]) Sea  $X$  un universo de discurso. Un *Conjunto Neutrosófico de Valor Único* (CNVU)  $A$  sobre  $X$  es un objeto de la forma:

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

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 a verdadero, indeterminado y falso 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 que satisface  $0 \leq a + b + c \leq 3$ .

**Definición 3.** ([1]) Un *Número Neutrosófico Triangular de Valor Único* (NNTVU), que se denota por:

$\tilde{a} = \langle (a_1, a_2, a_3); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$ , es un CN sobre  $\mathbb{R}$ , cuyas funciones de pertenencia de veracidad, indeterminación y falsedad se definen a continuación:

$$T_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \alpha_{\tilde{a}} \left( \frac{x-a_1}{a_2-a_1} \right), & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \alpha_{\tilde{a}}, & x = a_2 \\ \alpha_{\tilde{a}} \left( \frac{a_3-x}{a_3-a_2} \right), & a_2 < x \leq a_3 \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (2)$$

$$I_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{(a_2 - x + \beta_{\tilde{a}}(x - a_1))}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \beta_{\tilde{a}}, & x = a_2 \\ \frac{(x - a_2 + \beta_{\tilde{a}}(a_3 - x))}{a_3 - a_2}, & a_2 < x \leq a_3 \\ 1, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (3)$$

$$F_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{(a_2 - x + \gamma_{\tilde{a}}(x - a_1))}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \gamma_{\tilde{a}}, & x = a_2 \\ \frac{(x - a_2 + \gamma_{\tilde{a}}(a_3 - x))}{a_3 - a_2}, & a_2 < x \leq a_3 \\ 1, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4)$$

Donde  $\alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \in [0, 1]$ ,  $a_1, a_2, a_3 \in \mathbb{R}$  y  $a_1 \leq a_2 \leq a_3$ .

**Definición 4.** ([1]) Dados  $\tilde{a} = \langle (a_1, a_2, a_3); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$  y  $\tilde{b} = \langle (b_1, b_2, b_3); \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{b}} \rangle$  dos NNTVU y  $\lambda$  es cualquier número real no nulo. Entonces se definen las siguientes operaciones:

Adición:  $\tilde{a} + \tilde{b} = \langle (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle$

Substracción:  $\tilde{a} - \tilde{b} = \langle (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle$

Inversión:  $\tilde{a}^{-1} = \langle (a_3^{-1}, a_2^{-1}, a_1^{-1}); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$ , donde  $a_1, a_2, a_3 \neq 0$ .

Producto por un escalar:

$$\lambda \tilde{a} = \begin{cases} \langle (\lambda a_1, \lambda a_2, \lambda a_3); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle, & \lambda > 0 \\ \langle (\lambda a_3, \lambda a_2, \lambda a_1); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle, & \lambda < 0 \end{cases}$$

División de dos NNTVU:

$$\frac{\tilde{a}}{\tilde{b}} = \begin{cases} \langle \left( \frac{a_1}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_3}{b_1} \right); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 > 0 \text{ y } b_3 > 0 \\ \langle \left( \frac{a_3}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_1}{b_1} \right); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 < 0 \text{ y } b_3 > 0 \\ \langle \left( \frac{a_3}{b_1}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_1}{b_3} \right); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 < 0 \text{ y } b_3 < 0 \end{cases}$$

Multiplicación de dos NNTVU:

$$\tilde{a} \tilde{b} = \begin{cases} \langle (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 > 0 \text{ y } b_3 > 0 \\ \langle (a_1 b_3, a_2 b_2, a_3 b_1); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 < 0 \text{ y } b_3 > 0 \\ \langle (a_3 b_3, a_2 b_2, a_1 b_1); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 < 0 \text{ y } b_3 < 0 \end{cases}$$

Donde,  $\wedge$  es una t-norma y  $\vee$  es una t-conorma.

Una t-norma es un operador  $T: [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$  tal que cumple con los axiomas siguientes para todo  $a, b, c$  y  $d$  en  $[0, 1]$ :

$T(0,0) = 0$ ,  $T(a,1) = a$ , (Condiciones de frontera),

$T(a,b) \leq T(c,d)$  si  $a \leq c$  y  $b \leq d$  (Monotonía)

$T(a,b) = T(b,a)$  (Conmutatividad)

$T(a, T(b,c)) = T(T(a,b), c)$  (Asociatividad)

Una t-conorma es un operador  $S: [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$  tal que cumple con los axiomas siguientes para todo  $a, b, c$  y  $d$  en  $[0, 1]$ :

$S(1,1) = 1$ ,  $S(a,0) = a$ , (Condiciones de frontera),

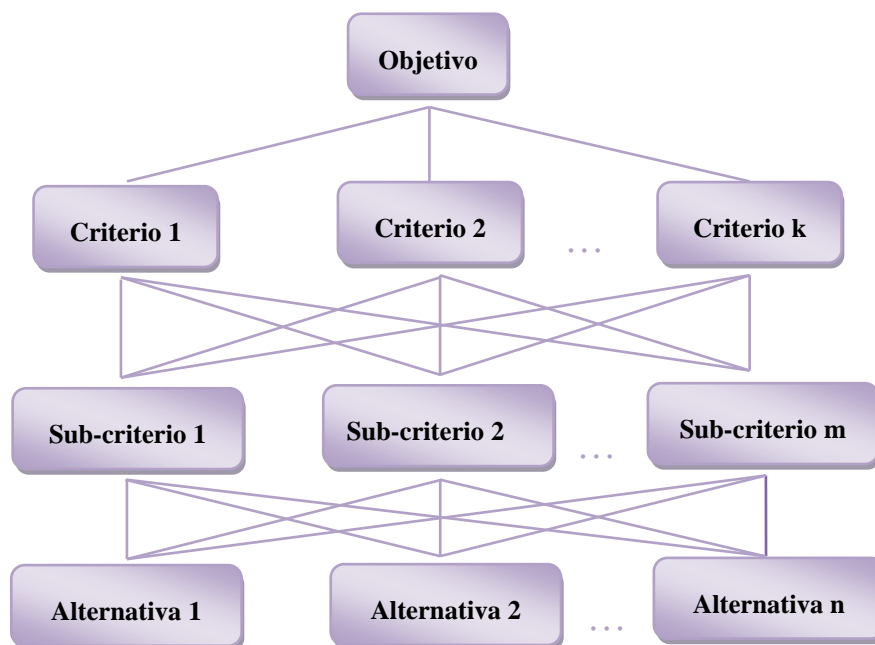
$S(a,b) \leq S(c,d)$  si  $a \leq c$  y  $b \leq d$  (Monotonía)

$S(a,b) = S(b,a)$  (Conmutatividad)

$S(a, S(b,c)) = S(S(a,b), c)$  (Asociatividad)

El método AHP se inicia con la identificación del objetivo que se desea alcanzar, véase [1][19]. Luego se

seleccionan los criterios de evaluación sobre el objetivo, estos criterios pueden descomponerse a su vez en sub-criterios de evaluación y así sucesivamente. Finalmente se determinan las alternativas que se evaluarán. Esto se representa en un árbol como se muestra en la Figura 1, donde el primer nodo en el nivel superior representa el objetivo de evaluación, en un nivel más bajo se representan los criterios, aún más bajo están los sub-criterios y así sucesivamente. Mientras que el nivel inferior representa el de las alternativas.



**Figura 1.** Árbol que es el punto de partida para aplicar la técnica AHP. (Fuente: [19])

La técnica AHP se basa en una escala de medición de la importancia relativa de los elementos de un mismo nivel dentro del árbol de la Figura 1. En este artículo se calcula aplicando una escala equivalente en NNTVU, véase Tabla 1 de [1].

Escala de Saaty	Definición	Escala Neutrosófica Triangular
1	Igualmente influyente	$\tilde{1} = \langle (1, 1, 1); 0,50; 0,50; 0,50 \rangle$
3	Ligeramente influyente	$\tilde{3} = \langle (2, 3, 4); 0,30; 0,75; 0,70 \rangle$
5	Fuertemente influyente	$\tilde{5} = \langle (4, 5, 6); 0,80; 0,15; 0,20 \rangle$
7	Muy fuertemente influyente	$\tilde{7} = \langle (6, 7, 8); 0,90; 0,10; 0,10 \rangle$
9	Absolutamente influyente	$\tilde{9} = \langle (9, 9, 9); 1,00; 0,00; 0,00 \rangle$
2, 4, 6, 8	Valores esporádicos entre dos escalas cercanas entre las anteriores	$\tilde{2} = \langle (1, 2, 3); 0,40; 0,65; 0,60 \rangle$ $\tilde{4} = \langle (3, 4, 5); 0,60; 0,35; 0,40 \rangle$ $\tilde{6} = \langle (5, 6, 7); 0,70; 0,25; 0,30 \rangle$ $\tilde{8} = \langle (7, 8, 9); 0,85; 0,10; 0,15 \rangle$

**Tabla 1.** Escala de Saaty llevada a una Escala de NNTVU (Fuente: [1][2][19]).

Esta tabla contiene las escalas que permiten comparar la importancia relativa entre dos variables. La definición contiene el significado lingüístico de cuán importante es una variable sobre otra, la escala neutrosófica da un valor equivalente en forma de NNTVU. Esto se ubica en una matriz como se explica más adelante.

A continuación aparecen otros conceptos necesarios para aplicar el método AHP Neutrosófico:

Una matriz neutrosófica de comparación de pares se define en la Ecuación 5.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{1} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Tal que  $\tilde{A}$  satisface la condición  $\tilde{a}_{ji} = \tilde{a}_{ij}^{-1}$ , según el operador de inversión que aparece en la Definición 4.

Adicionalmente, se definen dos índices para convertir un NNTVU en un valor numérico real. Estos

índices son los de Puntuación en la Ecuación 6 y de Precisión en la Ecuación 7:

$$S(\tilde{a}) = \frac{1}{8} [a_1 + a_2 + a_3] (2 + \alpha_{\tilde{a}} - \beta_{\tilde{a}} - \gamma_{\tilde{a}}) \quad (6)$$

$$A(\tilde{a}) = \frac{1}{8} [a_1 + a_2 + a_3] (2 + \alpha_{\tilde{a}} - \beta_{\tilde{a}} + \gamma_{\tilde{a}}) \quad (7)$$

El AHP Neutrosófico consiste en aplicar los pasos siguientes:

1. Seleccionar un grupo de expertos que sean capaces de realizar el análisis.
2. Los expertos deben diseñar un árbol AHP, como el que se muestra en la Figura 1. Esto implica que debe especificarse los criterios, sub-criterios y las alternativas para realizar la evaluación.
3. Crear las matrices por cada nivel del árbol AHP para los criterios, sub-criterios y alternativas, según las evaluaciones de los expertos expresados en forma de escalas de NNTVU, como se especifica en la Ecuación 5.  
Estas matrices se forman comparando la importancia de cada par de criterios, sub-criterios y alternativas, siguiendo las escalas que aparecen en la Tabla 1.
4. Verificar la consistencia de las evaluaciones por cada matriz. Para ello es suficiente convertir  $\tilde{A}$  en una matriz numérica  $M = (a_{ij})_{n \times n}$ , tal que  $a_{ij} = A(\tilde{a}_{ij})$  o  $a_{ij} = S(\tilde{a}_{ij})$ , definidas en una de las Ecuaciones 6 y 7, para luego aplicar los métodos usados en el AHP original. Que consiste en lo siguiente:

- Calcular el *Índice de Consistencia* (IC) que depende de  $\lambda_{\max}$ , el máximo valor propio de la matriz M y que se define por:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

Donde n es el orden de la matriz.

Calcular la *Proporción de Consistencia* (PC) con ecuación  $PC = IC/IR$ , donde IR se toma de la Tabla 2.

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

**Tabla 2.** IR asociado al orden de la matriz (Fuente: [19])

La Tabla 2 contiene un conjunto de valores que se utilizan como parte del cálculo de la PC, los cuáles se obtuvieron experimentalmente para matrices de orden n de la forma que se aprecia en la Ecuación 5 y forman parte de la técnica AHP original. Esto garantiza que la consistencia entre las comparaciones dadas por el experto si no es total, al menos es aceptable, como se explica a continuación.

- Si  $PC \leq 10\%$  se considera que es suficiente la consistencia de la evaluación por los expertos y se puede aplicar el método AHP. En caso contrario se recomienda que los expertos reconsideren sus evaluaciones.
5. De aquí en adelante las matrices  $\tilde{A}$  se sustituyen por sus matrices numéricas equivalentes M, calculadas en el paso anterior. Entonces se procede como sigue:
    - Normalizar las entradas por columna, dividiendo los elementos de la columna por la suma total.
    - Calcular el total de los promedios por filas, cada uno de estos vectores se conoce como *vector de prioridad*.
  6. Se procede a calcular las puntuaciones finales comenzando desde el nivel superior (Objetivo), hasta el nivel más bajo (Alternativas), donde se tienen en cuenta los pesos obtenidos para el vector de prioridad correspondiente al nivel inmediatamente superior. Este cálculo se realiza multiplicando cada fila de la matriz de vectores de prioridad del nivel inferior por el peso obtenido por cada uno de estos respecto a los del nivel superior, luego se suma por fila y este es el peso final del elemento de esta matriz.

Los Mapas Cognitivos fueron usados por primera vez por Axelrod en [5]. Estos son grafos dirigidos que usan vértices para representar conceptos o variables en un dominio. Mientras que las aristas indican relaciones causales negativas, positivas o nula, entre los conceptos representados por los vértices.

Los Mapas Cognitivos Difusos (MCD) extienden los Mapas Cognitivos al dominio difuso en el intervalo  $[-1,1]$  para indicar la fuerza de las relaciones causales, véase [12][13][17].

Un MCD consta de tres tipos de relaciones causales entre los vértices: negativa, positiva o no relacionados. La matriz de adyacencia que representa un MCD permite que se realicen inferencias causales.

En este artículo se propone un algoritmo para la toma de decisiones basado en AHP Neutrosófico y Mapas Cognitivos Difusos. Este algoritmo consiste en lo siguiente:

1. Selección de los indicadores relevantes.
2. Una vez seleccionados los indicadores relevantes se modela la causalidad entre ellos con ayuda de un MCD.
3. Análisis estático ([14]). Las siguientes medidas se calculan para los valores absolutos de la matriz de adyacencia:

*Outdegree*, denotado por  $od(v_i)$ , que es la suma por cada fila de los valores absolutos de una variable de la matriz de adyacencia difusa. Es una medida de la fuerza acumulada de las conexiones existentes en la variable.

*Indegree*, denotado por  $id(v_i)$ , que es la suma por cada columna de los valores absolutos de una variable de la matriz de adyacencia difusa. Mide la fuerza acumulada de entrada de la variable.

La *centralidad* o *grado total*, de la variable es la suma de  $od(v_i)$  con  $id(v_i)$ , como se indica a continuación:

$$td(v_i) = od(v_i) + id(v_i) \quad (9)$$

Finalmente las variables se clasifican según el criterio siguiente, véase [14]:

- a) Las *variables transmisoras* son aquellas con  $od(v_i) > 0$  e  $id(v_i) = 0$ .
- b) Las *variables receptoras* son aquellas con  $od(v_i) = 0$  y  $id(v_i) > 0$ .
- c) Las *variables ordinarias* satisfacen a la vez  $od(v_i) \neq 0$  y  $id(v_i) \neq 0$ .
4. Se evalúan las variables de estudio en una escala de 1 (Mal) a 10 (Excelente), donde 5 es Regular. Para esta etapa se utilizan los pesos de cada variable obtenidos del AHP Neutrosófico y se halla la media aritmética ponderada de las evaluaciones con los pesos obtenidos.

A continuación se expone un pseudocódigo que permite tener una idea de cómo funciona el algoritmo propuesto.

#### **Pseudocódigo para la evaluación de los MCD**

Entrada: Expertos  $E_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, l$

Variables de Evaluación  $V_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$

Inicializar:  $i = j = k = 1$ .

%Cada experto (índice  $i$ ) evalúa la relación causal entre cada par variables (índice  $j$  con índice  $k$ )%

%Obteniéndose las matrices de adyacencia de los MCD por cada experto  $MA_i(j,k)$  evaluado en  $[-1, 1]$ %

Mientras  $i \leq l$

  Mientras  $j \leq n$

    Mientras  $k \leq n$

      Si  $j = k$

$MA_i(j,k) = 0$

      Si No

$MA_i(j,k)$  el experto  $i$  asigna un valor en  $[-1, 1]$

      Fin Si

$k := k + 1$

    Finalizar Mientras  $k$

$j := j + 1$

  Finalizar Mientras  $j$

$i := i + 1$

Finalizar Mientras  $i$

%Se obtiene una única matriz de adyacencia para todas las matrices de adyacencia de los expertos%

Inicializar:  $i = j = k = 1$ .

Mientras  $j \leq n$

  Mientras  $k \leq n$

$MA_{total}(j,k) := \text{mediana}_i(MA_i(j,k))$  para todas las evaluaciones de los expertos.

$AbsMA_{total}(j,k) := \text{Valor absoluto de } MA_{total}(j,k)$ .

$k := k + 1$

  Finalizar Mientras  $k$

```

j:=j+1
Finalizar Mientras j

%Cálculo de las medidas%
Calcular outdegree como los n valores obtenidos de sumar las columnas de  $AbsMA_{total}$ 
Calcular indegree como los n valores obtenidos de sumar las filas de  $AbsMA_{total}$ 
Calcular centralidad como las suma por componentes de los outdegree con los indegree
Si  $V_i$  es tal que:  $od(V_i) > 0$  y  $id(V_i) = 0$ 
     $V_i$  es Variable Transmisora
Si  $V_i$  es tal que:  $od(V_i) = 0$  y  $id(V_i) > 0$ 
     $V_i$  es Variable Receptora
Si No  $V_i$  es Variable Ordinaria

%Se evalúa la situación con respecto a las variables%
Entrada: Expertos  $E_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, l$ 
    Pesos obtenidos del AHP neutrosófico por cada variable ( $w_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ ), donde  $0 \leq w_j \leq 1$ 
    y  $\sum w_j = 1$ .
Mientras  $i \leq l$ 
    Mientras  $j \leq n$ 
        Eval( $i, j$ ): Evaluación de la situación por parte del Experto  $i$ -ésimo en la  $j$ -ésima variable
            con valores 1-10.
        j:= j+1
    Finalizar Mientras j
    i:= i+1
Finalizar Mientras i

```

```

%Evaluación Final%

Mientras  $j \leq n$ 
    Evaltotal(j) := medianai(Eval( $i, j$ ))
    j:= j+1
Finalizar Mientras j

Evaluar la situación mediante  $\sum w_j Eval_{total}(j)$  en una escala 1-10.

```

**Pseudocódigo para el cálculo de los pesos de las variables basado en AHP neutrosófico**

```

Entrada: Expertos  $E_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, l$ 
    Variables de Evaluación  $V_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ 
Inicializar:  $i = j = k = 1$ .
% Cada experto (índice  $i$ ) evalúa la importancia relativa de cada Variable con respecto a las demás según
los términos lingüísticos de la Tabla 1%

Mientras  $i \leq l$ 
    Mientras  $j \leq n$ 
        Mientras  $k \leq n$ 
            Si  $MAHP_i(j, k)$  está evaluado
                k:=k+1
            Si  $j = k$ 
                 $MAHP_i(j, k) = \tilde{1}$ 
                 $DMAHP_i(j, k) = 1$ 
            Si No
                 $MAHP_i(j, k)$  es un valor  $\tilde{a}$  en la Tabla 1 o el inverso de uno de los valores de la tabla.
                 $DMAHP_i(j, k) = A(\tilde{a})$  donde A es el operador de Precisión de la Ecuación 7.
                 $MAHP_i(k, j) = 1/\tilde{a}$ 
                 $DMAHP_i(k, j) = 1/A(\tilde{a})$ 
                k:=k+1
            Finalizar Si
        Finalizar Mientras k
    Finalizar Mientras j
Finalizar Mientras i

```

```

j:=j+1
Finalizar Mientras j
i:= i+1
Finalizar Mientras i

%Se obtiene la matriz de agregar las matrices de adyacencia de los expertos%
Inicializar: j = k = 1
Mientras j≤n
  Mientras k≤n
    DMAHPtotal(j, k) = medianai(DMAHPi(j, k) )
    k:=k+1
  Finalizar Mientras k
  j:=j+1
Finalizar Mientras j

Si PC de DMAHPtotal>10%
  Los expertos deben reevaluar y se comienza desde el principio.
Si No
  Se normaliza cada columna de DMAHPtotal
  Se calculan los pesos de los criterios como la media aritmética de los valores por fila de DMAHPtotal
  normalizada.
Finalizar Si

```

### 3. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados del estudio realizado. Todos los cálculos se realizan con ayuda de Octave 4.2.1, que es un software libre émulo de MATLAB, por tanto contiene paquetes con métodos matemáticos numéricos y el cálculo con matrices, véase [10].

Los conceptos que se tendrán en cuenta para medir el despido intempestivo son los siguientes:

1. Claridad sobre la legislación laboral en cuanto a los derechos de los trabajadores,
2. Condiciones económicas del país,
3. Calificación profesional de los trabajadores,
4. Número de la población laboralmente activa,
5. Peso de los sindicatos,
6. Conocimiento de los trabajadores sobre sus derechos,
7. Competencia del personal legal sobre el tema,
8. Imparcialidad del personal legal.

Se contó con cinco expertos, de los que se tomó la mediana de sus calificaciones y se obtuvo la siguiente matriz de adyacencia que representa al MCD:

Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0,6	0,7	0,2	0,2
2	0	0	0,6	0,8	0,2	0,2	0	0
3	0,2	0	0	0	0,9	0,9	0,9	0,9
4	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0,7	0,2	0,2
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3
8	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 3.** Matriz de adyacencia que representa el MCD. Cada concepto se denota por el número en que aparece antes (Fuente: Los autores).

Nótese que la Tabla 3 significa la causalidad del Concepto i-ésimo por filas sobre el Concepto j-ésimo por columna. Por ejemplo, 0,2 es el elemento que aparece en la tercera fila, primera columna de la tabla, esto se interpreta como que ambos conceptos son directamente proporcionales, porque  $0,2 > 0$ , sin embargo es más cercano a 0 que a 1, por tanto la relación tiende a ser más independiente que dependiente entre ellas.

La Tabla 4 contiene los cálculos de los índices  $od(v_i)$ ,  $id(v_i)$  y  $td(v_i)$ , más la clasificación de cada variable.

Variable	Outdegree	Indegree	Total degree	Clasificación
$v_1$	1,7	0,3	2,0	Ordinaria



$v_2$	1,8	0	1,8	Transmisora
$v_3$	3,8	0,6	4,4	Ordinaria
$v_4$	0,4	0,8	1,2	Ordinaria
$v_5$	1,1	2	3,1	Ordinaria
$v_6$	0	2,8	2,8	Receptora
$v_7$	0,6	1,3	1,9	Ordinaria
$v_8$	0	1,6	1,6	Receptora

**Tabla 4.** *Outdegree, indegree, total degree* y clasificación de cada variable (Fuente: Los autores).

En la Tabla 4 aparecen las medidas Outdegree, Indegree y Total Degree de los valores de la Tabla 3, véase Ecuación 9. Esto permite evaluar cada variable en cuanto a su tipo.

De la Tabla 4 se puede apreciar que la condición económica del país es la única variable transmisora, o sea, es la única de la cual se infieren las demás. Por otro lado, el “Conocimiento de los trabajadores sobre sus derechos” y la “Imparcialidad del personal legal” se infieren de las demás.

En la Tabla 5 se resumen las evaluaciones de los expertos sobre el peso que tiene cada una de las variables en el despido intempestivo. Se utiliza la escala de medición neutrosófica de la Tabla 1.

Variable	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$	$v_8$
$v_1$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$v_2$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$
$v_3$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$
$v_4$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$v_5$	$\tilde{3}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$
$v_6$	$\tilde{5}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$
$v_7$	$\tilde{3}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	$\tilde{3}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$
$v_8$	$\tilde{3}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	$\tilde{3}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$

**Tabla 5.** Matriz de comparación por pares de variables o criterios (Fuente: Los autores).

Esta tabla significa la importancia relativa de cada variable con respecto a las demás, según los valores de la Tabla 1.

Más adelante se convierten los elementos de la Tabla 5 en valores numéricos aplicando la fórmula de la Ecuación 7. A partir de la matriz numérica obtenida se tiene  $\lambda_{\max} = 8,06654$ ;  $IC = 0,0095057$  y  $PC = 0,0067898$ ;  $PC \times 100 = 0,67898\% < 10\%$ , por tanto no hay inconsistencia considerable en las evaluaciones.

Una vez que se obtuvo la matriz numérica correspondiente a la matriz neutrosófica dada en la Tabla 5 con ayuda de la Ecuación 7, esta se normaliza por columnas y se halla la media aritmética por fila, dando lugar a los pesos de cada variable, como aparece en la Tabla 6.

En la Tabla 6 se especifica el resultado del cálculo del vector de prioridad, estos son los pesos de cada variable en importancia.

Variable	Vector de prioridad
$v_1$	0,064862
$v_2$	0,137958
$v_3$	0,071796
$v_4$	0,050895
$v_5$	0,138800
$v_6$	0,156536
$v_7$	0,189576
$v_8$	0,189576

**Tabla 6.** Vector de prioridad por cada variable (Fuente: Los autores).

La Tabla 7 contiene la mediana de las evaluaciones de los expertos por cada variable en una escala de 1-10, donde 1 significa “Mal”, 10 “Excelente” y 5 “Regular”.

Variable	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$	$v_8$
Valor en una escala de 1-10	8	6	5	6	4	4	4	4

**Tabla 7.** Evaluación de la situación respecto a las variables (Fuente: Los autores).

La evaluación total se realiza como la media aritmética ponderada de los valores de la Tabla 7, con los pesos de la Tabla 6, lo que da un valor igual a 4,7090 en una escala de 1 a 10. Esto demuestra que la situación del despido intempestivo en Ecuador es deficiente, ligeramente debajo de la media. Se nota que existen valores bajo la media en “Fuerza de los sindicatos”, “Conocimiento de los trabajadores sobre sus derechos”, “Competencia del personal legal sobre el tema” e “Imparcialidad del personal legal”, que son

además los de mayor peso.

#### 4. CONCLUSIONES.

En este artículo se realizó un estudio sobre el despido intempestivo en Ecuador, lo que constituye un problema social considerable. Se aplicaron los métodos de Mapas Cognitivos Difusos y el método AHP Neutrosófico utilizado para evaluar la situación. Se llegó a la conclusión de que las condiciones económicas del país influyen directamente en las demás variables, mientras que el “Conocimiento de los trabajadores sobre sus derechos” y la “Imparcialidad del personal legal” son impactadas por las demás. Por otro lado se realiza una evaluación de la situación mediante el uso de AHP Neutrosófico que permite evaluar el peso de cada variable, además se evalúan las variables en una escala de 1 a 10 y con todos estos valores se halla la media aritmética ponderada. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que se está por debajo de una situación Regular, en especial existen deficiencias en “Fuerza de los sindicatos”, “Conocimiento de los trabajadores sobre sus derechos”, “Competencia del personal legal sobre el tema” e “Imparcialidad del personal legal”, que además son las variables de más peso en el tema.

RECEIVED: NOVEMBER, 2019.

REVISED: MARCH, 2020.

#### REFERENCIAS

- [1] ABDEL-BASSET, M., MOHAMED, M., ZHOU, Y. y HEZAM, I. (2017) Multi-criteria group decision making based on neutrosophic analytic hierarchy process. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, 33, 4055-4066.
- [2] ABDEL-BASSET, M., MOHAMED, M. y SMARANDACHE, F. (2018) An Extension of Neutrosophic AHP-SWOT Analysis for Strategic Planning and Decision-Making, **Symmetry**, 10, 116-134.
- [3] ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2015) **Código Orgánico General de Procesos**. Quito, Pichincha, Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones. Disponible en: <http://www.funcionjudicial.gob.ec/pdf/CODIGO%20ORGANICO%20GENERAL%20DE%20PROCESOS.pdf>. Consultado el 30 de junio de 2018.
- [4] ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2018) **Código del Trabajo. Ecuador**, Corporación de Estudios y Publicaciones.
- [5] AXELROD, R. (2015) **Structure of decision: The cognitive maps of political elites**, Princeton University Press, Princeton.
- [6] BOLTURK, E. y KAHRAMAN, C. (2018) A novel interval-valued neutrosophic AHP with cosine similarity measure. **Soft Computing**, 22, 4941-4958.
- [7] CALDERÓN, J. y VÉLEZ, M. (2016). Despido Intempestivo en Ecuador; Influye en la Inversión Extranjera?. **Compendium: Cuadernos de Economía y Administración**, 3, 20-34.
- [8] CHOLANGO TIPANLUISA, M. R. (2013) **El despido intempestivo constituye una flagrante violación de los Derechos Constitucionales de la clase obrera en la ciudad de Quito 2011**, Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- [9] CONTRERAS GALLO, R. A. (2011) **Repositorio PUCE** Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5010/La%20inversion%20de%20la%20carga%20de%20la%20prueba%20en%20el%20procedimiento%20la.pdf?sequence=3>, Consultado el 30 de Junio de 2018.
- [10] 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>.
- [11] GRAY, S. A., GRAY, S., DE KOK, J. L., HELFGOTT, A. E. R., O'DWYER, B., JORDAN, R. y NYAKI, A. (2015) Using fuzzy cognitive mapping as a participatory approach to analyze change, preferred states, and perceived resilience of social-ecological systems, **Ecology and Society**, 20, 11-24.
- [12] KONAR, A. y CHAKRABORTY, U. K. (2005) Reasoning and unsupervised learning in a fuzzy cognitive map. **Information Sciences**, 170, 419-441.
- [13] KOSKO, B. (1986) Fuzzy cognitive maps, **International journal of man-machine studies**, 24, 65-75.
- [14] LEYVA VÁZQUEZ, M. y SMARANDACHE, F. (2018) **Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre**, Pons, Bruselas.
- [15] NARVÁEZ SALAZAR, M. (2015) **El despido intempestivo**, Tesis Doctoral, Universidad de los

- Hemisferios, Quito, Ecuador.
- [16] ORTEGA, J. (2016) El despido intempestivo es la queja más común en juzgados, **Diario El Comercio**. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/juzgados-despidointempestivo-desempleo-ecuador-casos.html>. Consultado el 13 de noviembre de 2016.
- [17] PAPAGEORGIOU, E. I., HATWÁGNER, M. F., BURUZS, A. y KÓCZY, L. T. (2017) A concept reduction approach for fuzzy cognitive map models in decision making and management. **Neurocomputing**, 232, 16-33.
- [18] ROJAS MIÑO, I. (2014) **Biblioteca Científica - SciELO Chile**. Disponible en Biblioteca Científica SciELO Chile: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-00122014000100005&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-00122014000100005&script=sci_arttext&tlng=en), Consultado el 1 de agosto de 2018.
- [19] SAATY, T. L. (1990) How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, **European Journal of Operational Research**, 48, 9-26.
- [20] SMARANDACHE, F. (2002) Neutrosophy, a new Branch of Philosophy, **Multiple Valued Logic/An International Journal**, 8, 297-384.
- [21] SMARANDACHE, F. (2003) **A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability**, American Research Press, Rehoboth.