

# LA TOMA DE DECISIONES EN LA INFORMÁTICA JURÍDICA BASADO EN EL USO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Noel Batista Hernández<sup>\*1</sup>, Corina Elena Navarrete Luque<sup>\*\*</sup>, Carmen Magaly León Segura<sup>\*</sup>, Manuel de Jesús Real López<sup>\*</sup>, José Antonio Chiriboga Hungria<sup>\*</sup>, Jesús Estupiñán Ricardo<sup>\*\*\*</sup>,

<sup>\*</sup>Universidad de Guayaquil, Ecuador.

<sup>\*\*</sup>Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.

<sup>\*\*\*</sup>Universidad regional Autónoma de los Andes extensión Quevedo

## ABSTRACT

The interrelationship between Artificial Intelligence and Law aims to analyze, to structure orderly and logically, to deduce and interpret the legal dogmatic through the use of the New Technologies of Information and Communication (NICT), or a successful treatment, management, recovery, access and control, whose achievements are predetermined to support legal decision-making. That is why the objective of this article is to analyze the taxed to the decision-making process of legal operators using Expert Systems and neutrosophics evaluations.

**KEYWORDS:** Legal information, Support for Decision Making, Expert systems, New Information and Communication Technologies.

**MSC** 68T35, 68T30, 68T27, 68T20, 68T37

## RESUMEN

La interrelación entre la Inteligencia Artificial y el derecho tiene como finalidad el análisis, la estructuración lógica y ordenada, la deducción e interpretación de la dogmática jurídica a través de la utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTIC), para un acertado tratamiento, administración, recuperación, acceso y control, cuyos alcances están predeterminados para el apoyo a la Toma de Decisiones Jurídicas. Por tal motivo el objetivo del presente artículo es analizar como los Sistemas Expertos y la evaluación neutrosófica tributa a la Toma de Decisiones de los operadores Jurídicos.

**PALABRAS CLAVES:** Información jurídica, Apoyo a la Toma de Decisiones, Sistemas Expertos, Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se ha convertido en el motor impulsor de todas las posibilidades que en la actualidad ofrece la informática. La oportunidad de intercambiar información contenida entre miles de Bases de Datos, la interconexión entre computadores en tiempo real y su interacción en función de un conjunto de órdenes previamente programadas, ha ampliado los horizontes de lo que hasta hace pocos años se conocía desde el punto de vista comercial, como negocio, y desde el punto de vista jurídico, como acto jurídico. En este desarrollo que ha tenido la informática se encuentra presente la informática jurídica, la cual se apoya en técnicas útiles para tratar la información, disminuir la incertidumbre y así apoyar la toma de decisiones.

No se puede pensar en la Informática Jurídica sin que los juristas evoquen el fenómeno de la codificación que iniciaran los pensadores de la Ilustración, con el que guarda paralelismo, tanto en lo funcional como en lo ideológico, ambos son portadores del ideal de lograr una enunciación clara, sistemática y con sentido de unidad del ordenamiento jurídico; constituye, dos siglos después, la reencarnación y el replanteamiento de las mismas inquietudes ante los problemas de hoy, pero acorde con los avances tecnológicos de nuestro tiempo.

Las TIC, en la actualidad, sustentan los avances tecnológicos existentes, destacándose en esta área la Informática Jurídica, catalogada como una informática documentaria de carácter jurídico, donde se encuentra presente el proceso de creación y recuperación de información de datos de carácter jurídico, como por ejemplo leyes, jurisprudencia, doctrina, entre otros de interés jurídico. Estos datos jurídicos se obtienen a través de la gestión de

---

<sup>1</sup> [noelbatista1965@gmail.com](mailto:noelbatista1965@gmail.com)

la información de diferentes actos jurídicos como; certificaciones, atribuciones de juez competente, sentencias pre modelos, que es lo que se le llama informática jurídica de gestión.

En el campo del derecho se han integrado diferentes tipos de archivos que son tratados a través de las NTIC, los cuales representan un potencial informativo insospechado, además de que constituyen un apoyo rápido y eficaz en la realización de actividades de gestión, así como una ayuda en la toma de decisiones. La aplicación de técnicas aplicadas al documento jurídico, cuyo contenido trata de aquella información derivada de la legislación, la jurisprudencia y la doctrina, constituye la parte inicial de desarrollo de la Informática Jurídica, posteriormente se da la aplicación de técnicas informáticas para recopilar ésta información. [Ríos (1997)]

Para utilizar las técnicas apropiadas a los documentos jurídicos se debe tener en cuenta que cuando las informaciones y procedimientos gestionadas son fidedignos ellos contribuyen con la obtención de buenos resultados, denominándose esto como Informática jurídica metadecisional, metadocumental o de ayuda a la decisión. Es en ella donde se realizan los análisis de la información contenida en documentos jurídicos para la formación de bancos de datos documentales, en particular Bases de Datos con documentos de carácter jurídico, la cual abarca esfuerzos y proyectos que intentan obtener de las aplicaciones de la informática al derecho resultados que van más allá de la recuperación y reproducción de información, en aras de que las computadoras resuelvan por sí mismas problemas jurídicos, o al menos auxilien a los especialistas en la resolución de problemas con respuestas obtenidas desde los datos almacenado en las Bases de Datos, lo cual contribuye al avance de la Teoría Jurídica [Fierro (1984)].

La información jurídica que se almacena en las Bases de Datos, requiere ser tratada con técnicas, herramientas y métodos informáticos, como la Inteligencia Artificial (IA), los Sistemas Expertos y la Metaheurística, entre otras, para obtener resultados que favorezcan el apoyo a la Toma de Decisiones desde el punto de vista jurídico. Específicamente los Sistemas de Expertos son los más utilizados, como técnicas informáticas, para obtener resultados jurídicos desde Bases de Datos.

Los Sistemas Expertos, en la Informática Jurídica, son la estructuración de conocimientos especializados en términos jurídicos, que acoplados a un mecanismo de inferencia saca conclusiones de información suministrada de esta área del conocimiento en forma de preguntas y respuestas. Se refiere en [Martino (1988)] que un Sistema Experto es aquél que, partiendo de ciertas informaciones proporcionadas por un especialista en la materia considerada, que pretende resolver problemas que se presentan al interior de uno específico “dominio” mediante la simulación de razonamientos que expertos han obtenido por sus conocimientos y experiencias adquiridas como un conjunto de programas capaces de alcanzar los resultados de un experto humano por una tarea dada.

Basado en lo referido por los autores citados, [Leith (2003)], considera que los Sistemas Expertos tienen difícil aplicación al mundo del derecho, dado el carácter imperativo que poseen las normas jurídicas, ya que ellas provienen de quién desempeña el poder legislativo. A diferencia de las normas jurídicas, el poder legislativo no es imperativo, sino que es el producto de inferencias y creaciones lógicas sobre un hecho jurídico. Por otra parte, se ha de tener en cuenta que las normas no se interpretan de forma automática, debido a que los juristas cuando aplican una norma dada, lo hacen en consecuencia de un complejo razonamiento, que los ayuda para aplicar una norma a un hecho concreto, por lo que esa norma al ser aplicada, por lo general, guarda relación con otras, de la cual depende su aplicación de la situación real producida, hasta el punto de aplicar un número limitado de normas a un número casi ilimitado de situaciones posibles.

La problemática que presentan los Sistemas Expertos aplicables al mundo jurídico, basado en los diferentes estudios realizados, donde se ha notado la negación de ellos por razones técnicas, no constituye una causa para no utilizarlos en esta área del conocimiento. Ellos pueden ser aplicados al mundo jurídico sin problema alguno, quizás no como una solución total, pero si como una ayuda a los especialistas, útiles para el apoyo a la toma de decisiones, en aras de mejorar la operatividad y calidad de los servicios jurídicos.

Por otra parte [Lancho (2003)], refiere que los Sistemas Expertos pueden contribuir a una racionalización del método jurídico ya que ellos facilitan clarificar y unificar el significado de conceptos y categorías jurídicas. Señala, además que gracias a los Sistemas Expertos es posible contar con bases jurídicas de datos, las cuales ayudan de forma eficiente al jurista a la hora de efectuar su función.

Particulariza, el citado autor que, en cuanto a la esfera de la decisión jurídica, es donde se plantean mayores problemas, porque el uso de los Sistemas Expertos supone dejar en manos de la informática la decisión y solución de problemas concretos, lo cual constituye una crítica, ya que, desde el punto de vista técnico, es posible crear programas de simulación lógica humana, capaces de imitar una determinada actuación judicial, lo cual no significa, que se deja en manos de técnicas informáticas, útiles para la solución de problemas jurídicos concretos.

Los Sistemas Expertos Jurídicos, como principal aplicación de la Inteligencia Artificial al derecho, basados en el conocimiento desarrollado en la actualidad para resolver problemas muy específicos como colaboradores de la

decisión judicial, es un sistema computacional que puede plantear posibles soluciones a determinados asuntos jurídicos aplicando el conocimiento experto en la materia, así como explicar sus razonamientos. En general, se ha pretendido establecer estas aplicaciones como herramientas de apoyo para los operadores jurídicos en contextos tales como la asesoría o asistencia legal o la función jurisdiccional [Martínez (2012)].

Teniendo en cuenta que los juristas, de acuerdo a su profesión, poseen un elevado grado de incertidumbre en sus decisiones, se sitúa una nueva disciplina que pretende estudiar cómo funciona el conocimiento humano y de qué manera llegamos a conclusiones convincentes en situaciones inciertas, investigando desde lo intuitivo de la probabilidad, con el fin de simular procesos cognitivos en computadoras. Esta nueva disciplina se denomina Ingeniería del Conocimiento [Trazegnies (2013)].

En la elaboración de un Sistema Experto jurídico, la Ingeniería del Conocimiento primero parte de la recopilación de la información sobre los principios del derecho, la ley, la doctrina y la jurisprudencia, seguidamente los ingenieros se ponen en la tarea de consultar a los expertos jurídicos, formulando preguntas inteligentes sobre su especialidad. Para comprender cómo piensa un experto debe tenerse presente que éste cuenta con dos instrumentos esenciales, para el desempeño de su labor, de un lado una base de datos mental de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación académica, y por otro lado una serie de reglas que le permiten manejar situaciones concretas para entenderlas en función de los conocimientos de su formación profesional.

El tipo de reglas que le permiten manejar situaciones concretas a los juristas pasan de forma desapercibida habitando en el inconsciente del experto y son aquellas que los ingenieros del conocimiento intentan develar haciéndolas enunciadas para incorporarlas al sistema, a estas reglas se las denomina heurística.

La heurística, es la ciencia que se encarga de estudiar los procesos de decisión en relación con un campo de conocimiento determinado, como son las habilidades cognitivas. Su contrapartida formal en computación es el algoritmo [Ramos (2016)]. El término heurística proviene de la misma raíz griega de la palabra eureka que significa hallar o descubrir, y está relacionada con métodos y reglas de descubrimiento e invención [Gruner (1986)]. Las reglas, métodos o estrategias, son usados para hacer más simple la solución de problemas difíciles. Asimismo, en el ámbito del derecho, el procedimiento conformado por un conjunto de actos mentales claramente interpretativos, asociativos y volitivos, utilizado en la solución de casos jurídicos, es un procedimiento heurístico. Un procedimiento heurístico es interpretativo, debido a que el juez hace una interpretación de los enunciados referentes a los hechos del caso y de las normas jurídicas que igualmente son enunciados lingüísticos. Ha de tenerse en cuenta que toda interpretación jurídica está influenciada por cinco principios:

1. Multiplicidad
2. Independencia
3. Permanencia
4. Imposibilidad
5. Selección

Así, una norma puede tener diferentes intenciones, dado que el autor le puede dar un sentido específico, pero el lector puede ver otro, lo que muestra una multiplicidad de sentidos. Por lo que ninguna de estas perspectivas es dependiente de la otra para ser correcta o válida, siendo autónomas una de otra. Sumado a que con el paso del tiempo pueden transformarse y cambiar [González (2007)]. De tal forma que, las interpretaciones no son entes materiales, sino un resultado de un proceso mental en el cerebro del hombre, subyugadas a las transformaciones de la mente, a la forma de pensar, a los nuevos saberes conseguidos, a la experiencia.

La permanencia indefinida no es una característica de la interpretación, y se recalca que, ante una variedad de lectores, cada uno con una forma particular de ver el mundo, imbuidos, por su contexto, por su profesión, por su educación, y demás factores, no puede existir entonces un único significado en el cual se halle la verdad mágica de una única interpretación [González (2007)].

Por otra parte, un procedimiento heurístico es asociativo, debido a que es necesario relacionar, por lo menos tres elementos implicados: los hechos, las normas y la decisión tomada según [González (2007)], es volitivo porque implica voluntad, por lo que se considera volitivo porque no está totalmente sometido a un cálculo preciso y racional, por lo que las decisiones, a pesar de tener una base racional contienen dentro de sí un alto componente de voluntad de arbitrariedad [Luckmann (1996)].

Sin embargo, actualmente ha nacido la Neutrosología, la cual es una nueva rama de la filosofía que estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades creadas [Smarandache (2002)]. La lógica y los conjuntos neutrosóficos por su parte, constituyen una generalización de la lógica y los conjuntos difusos de Zadeh, [Zadeh (2003)], y especialmente de la lógica intuicionista de Atanassov [Atanassov (1986)]. La Neutrosología posee

múltiples aplicaciones en el campo de la toma de decisiones, segmentación de imágenes y aprendizaje automático, por citar solo algunos ejemplos.

La Neutrosfía es eficaz para el apoyo a la toma de decisiones, [Wang y otros (2010)] la propuso para el tratamiento de los conjuntos neutrosóficos de valor único que son los que facilitan el empleo de variable lingüísticas [Leyva (2013)], las cuales, al ser tratadas con técnicas informáticas, favorecen la obtención de la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [Leyva y Smaranche (2018)].

En el campo jurista, aplicar la Neutrosfía constituye un éxito, máxime cuando se ha observado negación en el uso de los Sistemas Expertos Jurídicos. La Neutrosfía en esta área del conocimiento y llevada a un Sistema Experto, el cual denominaremos Sistema Experto Jurídico Neutrosófico, contribuye a disminuir la incertidumbre, lo cual es factible para el apoyo a la toma de decisiones.

En un Sistema Experto Jurídico Neutrosófico, la lógica difusa es de relevancia para tratar la incertidumbre presente. Por otra parte, como refieren Sharif e Irani, [Sharif e Irani (2006)] y Glykas, [Glykas (2010)], los modelos causales son herramientas empleadas para la ayuda a la toma de decisiones, útiles para expresar el grado de causalidad entre conceptos donde se emplean expresiones lingüísticas [Sokar y otros (2011)] y [Pérez y otros (2014)], como lo es en el ámbito jurídico.

El artículo continúa de la siguiente forma la Sección II de Materiales y Métodos donde se describen las definiciones y teorías que son la base de esta investigación, específicamente la Neutrosfía y los Sistemas Expertos. En la sección III de Resultados se diseña y describe el Sistema Experto Jurídico Neutrosófico. La Sección IV se dedica a las conclusiones de esta investigación y este artículo finaliza con las referencias.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El Sistema Experto Jurídico, propuesto, para apoyar la toma de decisiones de los jueces y que puedan emitir sentencias en los diferentes juicios que realizan, constituye un prototipo de sentencia cuya base de conocimiento está integrada por los requisitos de forma y fondo de una determinada sentencia del derecho. La estructura del sistema experto implica Bases de Datos del procedimiento judicial, así como de los datos de la demanda, contestación y análisis de las pruebas documental, confesional, testimonial y presuncional. Los datos almacenados se encuentran en términos lingüísticos que los juristas no son capaces de interpretar, por lo que al tratarlos con la Neutrosfía se obtienen resultados favorables para apoyar la toma de decisiones, teniendo en cuenta la definición de los términos lingüísticos descritos en la tabla 1, que se corresponden con las normas jurídicas existentes.

La Lógica Neutrosófica tiene como antecedentes los Conjuntos Difusos. Un Conjunto Difuso [Zadeh (1965)] se define a partir de un Universo de Discurso  $U$ , y un subconjunto  $A \subseteq U$ , más una Función de Pertenencia de los elementos de  $U$  al conjunto  $A$ , denotada por  $\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$ , que describe el grado de membrecía al conjunto  $A$  por parte de cada elemento de  $x \in U$ . Mientras más cercana sea  $\mu_A(x)$  a 1 mayor es el grado de pertenencia de  $x$  a  $A$  y mientras más cercana a 0, menor es el grado de pertenencia.

El Conjunto Difuso Intuicionista, introducido por Atanassov [Atanassov (1986)], se define por dos funciones de pertenencia,  $\mu_A(x) \in [0, 1]$  y  $\nu_A(x) \in [0, 1]$ , una indica la pertenencia de  $x$  al conjunto  $A$  y otra su no pertenencia, de tal manera que  $\mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$ .

Un Conjunto Neutrosófico de Valor Único (CNVU) se define por tres funciones de pertenencia,  $\mu_A(x)$ ,  $r_A(x)$ ,  $\nu_A(x) \in [0, 1]$ , que significan Verdadero, Indeterminado y Falso, respectivamente. La indeterminación de  $r_A(x)$  es el nuevo concepto introducido. Deben satisfacer la condición  $0 \leq \mu_A(x) + r_A(x) + \nu_A(x) \leq 3$ .

Un caso particular de CNVU es el Número Neutrosófico de Valor Único (NNVU), definido por  $A = (a, b, c) \in [0, 1]^3$ , y tal que  $0 \leq a + b + c \leq 3$ .

Para diseñar el Sistema Experto que se propone, en el presente trabajo se definen los términos lingüísticos con sus respectivos números neutrosóficos de valor único que se describen en la tabla 1, la que está inspirada en la tabla que se cita en [Leyva y Smaranche (2018)]. El uso de variables lingüísticas también se hereda de la Lógica Difusa, donde se prefiere el cálculo con valores lingüísticos antes que con valores numéricos.

**Tabla 1.** Términos lingüísticos para el área jurídica.

Término lingüístico	Números neutrosóficos de valor único
Extremadamente Fuerte (EF)	(1;0;0)
Muy muy Fuerte (MMF)	(0,9; 0,1;0,1)

Muy Fuerte (MF)	(0,8;0,15;0,20)
Fuerte (F)	(0,70;0,25;0,30)
Medianamente Fuerte (MDF)	(0,60;0,35;0,40)
Media (M)	(0,50;0,50;0,50)
Medianamente Mala (MDM)	(0,40;0,65;0,60)
Mala (MA)	(0,30;0,75;0,70)
Muy Mala (MM)	(0,20;0,85;0,80)
Muy muy Mala (MMM)	(0,10;0,90;0,90)
Extremadamente Mala (EM)	(0;1;1)

**Fuente:** Elaboración propia

Para la Toma de Decisiones con NNVU se realizan cálculos con operadores de agregación, entre ellos está la Media Ponderada Neutrosófica de Valor Único (MPNVU) definida por la ecuación siguiente:

$$F_W(A_1, A_2, \dots, A_n) = \left\langle 1 - \prod_{j=1}^N (1 - T_{A_j})^{W_j}, \prod_{j=1}^N I_{A_j}^{W_j}, \prod_{j=1}^N F_{A_j}^{W_j} \right\rangle \quad (1)$$

Donde  $\mathbf{W} = (W_1, W_2, \dots, W_N) \in [0, 1]^N$  es el vector de pesos de los  $A_j, j = 1, 2, \dots, N$ , que satisface  $\sum_{i=1}^N W_i = 1$ . También se pueden definir distancias entre NNVU, lo que es muy útil en la Toma de Decisiones.

Sea  $\mathbf{A}^* = (A_1^*, A_2^*, \dots, A_N^*)$  un vector de NNVU, tal que  $A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*), j = 1, 2, \dots, N$ .

Sea  $\mathbf{B}_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$  m vectores de NNVU,  $i = 1, 2, \dots, m$ .  $\mathbf{B}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ . La Distancia Euclidiana entre  $\mathbf{A}^*$  y cada  $\mathbf{B}_i$  se define por la ecuación (2).

$$D_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (a_{ij} - a_j^*)^2 + (b_{ij} - b_j^*)^2 + (c_{ij} - c_j^*)^2}{3}}, i = 1, 2, \dots, m. \quad (2)$$

Para la Toma de Decisiones es posible ordenar las alternativas de manera que mientras menor sea la distancia entre el vector  $\mathbf{B}_i$  y el vector ideal  $\mathbf{A}^*$  según la ecuación 2, mayor es la preferencia de este vector.

Según Enrique Castillo y otros autores, [Castillo y Otros (1996)]: “Un Sistema Experto puede definirse como un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada”. Tal como hace el experto humano, el Sistema Experto pregunta al usuario algunas características sobre el problema que desea resolver y como resultado final el sistema devuelve una solución o recomendación.

El Sistema Experto puede ser determinista o estocástico, dependiendo del área del conocimiento que abarca. En el caso jurídico se necesitaría de un Sistema Experto no determinista, debido a que existe incertidumbre del resultado final.

Para el diseño de un Sistema Experto se necesita “diseñar estructuras para almacenar el conocimiento, el motor de inferencia, el sistema de explicación, la interfaz de usuario, etc.”. Véase [Castillo y Otros (1996)] para más detalles.

### 3. RESULTADOS

En el Derecho existen prolongadas cadenas de texto que al ser inferidas en términos lingüísticos, los jueces pueden conceder diferentes valores probatorios a los medios de prueba. Es por ello que se seleccionó a la Neutrosfia como la teoría que servirá de base para la Representación del Conocimiento en el Sistema Experto que se propone en este artículo. Esta teoría tiene la ventaja que permite el cálculo con términos lingüísticos, además que incorpora la incertidumbre necesaria para modelar los problemas jurídicos. En lo adelante nos basaremos en los términos definidos en la Tabla 1 y sus correspondientes NNVU.

Definidos los términos lingüísticos a emplear en el Sistema Experto Jurídico Neutrosófico, se describe como el Sistema Experto propuesto, contribuye con el apoyo a la toma de decisiones, teniendo en cuenta que la toma de decisiones ha sido abordada históricamente por múltiples disciplinas desde las clásicas como la filosofía, estadística, matemática y economía, hasta más recientes como la Inteligencia Artificial [Mata (2006)] y [Barberis

y Ródenas (2011)]. Las teorías y modelos desarrollados apuntan al soporte racional para la toma de decisiones complejas según refiere [Mata, (2006)], y para el apoyo a la toma de decisiones según refieren [Herrera y otros (2009)], [Leyva (2013)] y [Leyva y otros (2013)], existes actividades típicas tales como:

1. Definir el problema de toma de decisiones.
2. Analizar el problema e identificar alternativas de solución  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  ( $n \geq 2$ ).
3. Establecer criterio(s) de evaluación.
4. Seleccionar experto(s).
5. Evaluar alternativas.
6. Ordenar y seleccionar la mejor alternativa.
7. Implementarla y hacer el seguimiento.

En la fase de Adquisición de Conocimiento se extrajo el conocimiento por medio de una estrategia inductiva mediante la cual se adquirió el Conocimiento Explícito judicial, a través de una serie de casos, referentes a diferentes juicios realizados. Adicionalmente, con la colaboración de los juristas se ejecutaron los trabajos en pro de la adquisición del Conocimiento Tácito, que se encuentra en el inconsciente adaptativo del experto y que se conoce como el conocimiento compilado. Para su adquisición se utilizó una técnica de Análisis de Tareas Cognitivas o *Cognitive Task Analysis*, la utilidad de esta técnica radica en que identifica los enunciados que son vencibles. El Análisis de Tareas Cognitivas es un protocolo de entrevista y observación para extraer el conocimiento explícito y el tácito de los expertos que se usará en los Sistemas Expertos.

Para el Motor de Inferencia, la novedad del Sistema Experto propuesto radica, específicamente, en el uso de la Neutrosofía, ya que para la construcción del Sistema Experto se partió de la hipótesis de que los jurídicos no toman decisiones usando normas, sino que las resuelven con base en esquemas cognitivos complejos, que demandan vínculos de forma hipertextual a través de los diferentes enunciados de la ley, la Jurisprudencia, la Doctrina, e incluso de la Teoría General del Derecho, más los datos de los casos prácticos.

Mediante la utilización de la lógica neutrosófica la información es procesada cognoscitivamente formando representaciones o esquemas que permiten dictar una decisión judicial. Para la elaboración de la base de conocimientos se tuvo en cuenta cuatro atributos que son: la Demanda ( $A_1$ ), la Contestación de la Demanda ( $A_2$ ), el Acta de Audiencia ( $A_3$ ) y la Sentencia Definitiva ( $S$ ).

Por tanto, en la Base de Conocimiento se tienen cuartetos de valores lingüísticos, el primero corresponde a una evaluación de la Demanda, el segundo a uno correspondiente a la Contestación de la Demanda, el tercero al Acta de Audiencia y el cuarto es el resultado que devuelve el sistema correspondiente a Sentencia Definitiva.

Para la interfaz con el usuario el Sistema Experto se diseñó para utilizarlo en ambiente Web, de tal manera que permita su funcionamiento en todas las computadoras donde se sientan los jueces para realizar sus dictámenes finales. Los datos de los casos se gestionan mediante una base de datos MySQL

El algoritmo que se propone a continuación determina el funcionamiento del Motor de Inferencia en el Sistema Experto que se propone en este artículo:

1. El juez o los jueces evalúan la Demanda ( $A_1$ ), la Contestación de la Demanda ( $A_2$ ) y el Acta de Audiencia ( $A_3$ ) de acuerdo a uno de los valores lingüísticos de los que aparecen en la Tabla 1. Llamemos  $L_{1j}$ ,  $L_{2j}$  y  $L_{3j}$ , respectivamente estos valores lingüísticos valorados por el  $j$ -ésimo juez,  $j = 1, 2, \dots, m$ . En el caso que exista un solo juez el subíndice  $j$  es innecesario.
2. Se busca en la Tabla 1 los NNVU asociados a  $L_{ij}$ . Llámense  $B_{ij}^* = (a_{ij}^*, b_{ij}^*, c_{ij}^*)$  a estos números, donde  $i = 1, 2, 3$  y  $j = 1, 2, \dots, p$ .
3. Se calcula  $B_i^* = (a_i^*, b_i^*, c_i^*)$ , donde por cada  $i = 1, 2, 3$  se calcula la MPNVU sobre los subíndices  $j$  de los  $B_{ij}^*$ , según la ecuación 1. Si no se tiene criterio de cómo determinar el vector de pesos, se puede usar  $\mathbf{W} = \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right)$ . Cada  $B_i^*$  será el resultado de la agregación ponderada de la evaluación de los  $m$  jueces y da un NNVU final. Se llamará  $B^* = (B_1^*, B_2^*, B_3^*)$  el vector de NNVU que determina la evaluación de los atributos ( $A_1, A_2, A_3$ )
4. Sea  $C = \{C_k\}$  la Base de Conocimiento,  $k = 1, 2, \dots, n$ . Para simplificar se denotará por  $C_k$ , tanto a la cuarteta de valores lingüísticos contenidos en la base de conocimiento como a sus vectores asociados de

NNVU según la Tabla 1. Por tanto  $C_k = (a_{1k}, a_{2k}, a_{3k}, S_k)$ , donde  $a_{ik}$  denota el valor lingüístico o el NNVU asociado al atributo  $A_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ , mientras que  $S_k$  significa lo mismo para el atributo de Sentencia Final. Se calcula  $D_k$  utilizando la fórmula que aparece en la ecuación 2, entre  $B^*$  y  $(a_{1k}, a_{2k}, a_{3k})$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ .

5. Se ordenan los  $C_k$  de mayor a menor, según la relación de orden siguiente:  
 Dado un par de índices  $(l, m)$   $1 \leq l, m \leq k$ , se dice que “ $C_m$  se prefiere sobre  $C_l$ ” (se denota por  $C_m > C_l$ ) si y solo si  $D_l > D_m$ .  
 Si  $D_l = D_m$  se dice que “ $C_l$  y  $C_m$  se consideran similares” y se denota por  $C_l = C_m$ .
6. Sea  $\hat{C} = (\hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3, \hat{S})$  el valor máximo dentro de la Base de Conocimiento obtenido según el orden  $>$ . El Sistema Experto devolverá el valor lingüístico de  $\hat{S}$ .  
 En caso que haya más de un máximo y sus valores de sentencias finales sean contradictorios entre sí, entonces el Sistema Experto indicará que no le es posible tomar una decisión satisfactoria.

### Ejemplo 1

Un juez debe determinar cuál será la sentencia final de cierto caso jurídico teniendo en cuenta los datos del procedimiento judicial. Decide asesorarse mediante el Sistema Experto propuesto en este artículo.

Para ello, el Sistema Experto sigue los siguientes pasos, de acuerdo al algoritmo propuesto:

1. El juez evalúa lingüísticamente cada uno de los atributos de entrada del sistema y da los valores siguiente:  
 A las Demandas ( $A_1$ ) realizadas como Medianamente Fuerte (MDF),  
 A la Contestación de las Demandas ( $A_2$ ) la evalúa de Muy Fuerte (MF),  
 A los datos de análisis de acuerdo al Acta de Audiencia ( $A_3$ ) lo evalúa de Muy muy Fuerte (MMF).
2. Los NNVU asociados a los atributos de acuerdo a la Tabla 1 son:  
 $B^* = (B_1^*, B_2^*, B_3^*)$ , donde  $B_1^* = (0,60; 0,35; 0,40)$ ,  $B_2^* = (0,8; 0,15; 0,20)$  y  $B_3^* = (0,9; 0,1; 0,1)$ .
3. Como es un solo juez no es necesario hacer la agregación.
4. El sistema calcula los  $D_k$  apoyado en la fórmula que aparece en la ecuación 2, entre  $B^*$  y  $(a_{1k}, a_{2k}, a_{3k})$  utilizando la ecuación 2.
5. El sistema ordena los casos de acuerdo a orden definido como  $>$ .
6. El caso más parecido y que constituye el máximo fue  $\hat{C} = (\hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3, \hat{S})$ .

El Sistema Experto Jurídico Neutrosófico tiene un respaldo tanto teórico como epistemológico de la información que posee, se identificaron en él, las estructuras cognitivas de los juristas y con ello crearon esquemas de representación del conocimiento. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que el juez, si lo considera pertinente, puede rechazar los argumentos expuesto por el sistema experto y utilizar los propios, ya que la propuesta de solución del programa siempre obedece a criterios estandarizados en la comunidad, lo que impide que el sistema experto, a diferencia de un ser humano, introduzca nuevas posturas creando soluciones diferentes y apartadas a los criterios usualmente utilizados.

**Tabla 2:** Similitud entre los procedimientos judiciales obtenidos a través del Sistema Experto Jurídico Neutrosófico.

$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
0,48	0,80	0,46	0,88

**Fuente:** Elaboración propia

Estos resultados contribuyen a recomendarles a los juristas los procedimientos judiciales que más se acerquen a las características del caso que se analiza en cuestión. Un ordenamiento de los procedimientos judiciales almacenados en las Bases de Datos de los juristas, contribuye al apoyo a la toma de decisiones para realizar recomendaciones de cuál es el procedimiento judicial que mejor se ajusta al caso en cuestión.

## 4. CONCLUSIONES

La aplicación de las TIC en la rama jurídica ocasionará que la demanda de justicia pueda ser cumplida en mejor medida que en la actualidad, reduciendo conflictos sociales que muchas veces se dan por el mal funcionamiento de la administración de justicia y fomentando así una sociedad más justa y eficiente.

El Sistema Experto Jurídico Neutrosófico, propuesto en el área jurídica, no es una herramienta para reemplazar a los jueces en sus labores de dictar providencias judiciales, sino que contribuye al apoyo a la toma de decisiones. No obstante, es una herramienta útil que evoluciona constantemente ante los avances de la informática, la Inteligencia Artificial y otras ciencias, incursionando en nuevos temas y ayudando a los jueces, a los trabajadores de la rama judicial.

Las Bases de Datos jurídicas poseen una cantidad de información que un ser humano no puede tener presente en todo momento, sumado a que se relacionan e interpretan con otras bases de conocimientos desde el punto de vista jurídico y con conocimiento de los expertos, en aras de buscar soluciones certeras a los diferentes problemas jurídicos que se presentan día a día.

La aplicación de la Neutrosología y de las reglas que habitan de forma inconsciente en los cerebros humanos, contribuyen a la toma de decisiones ante situaciones inciertas. Estas reglas inconscientes han sido estudiadas para emular los procesos mentales en programas como en el Sistema Experto Jurídico Neutrosófico y ha concedido maniobrar en situaciones que involucran un alto grado de incertidumbre y tomar decisiones como lo hace un ser humano

**RECEIVED: NOVEMBER 15, 2018.**

**REVISED: DECEMBER 4, 2018.**

#### REFERENCIAS

- [1] ATANASSOV, K.T. (1986): Intuitionistic fuzzy sets. **Fuzzy sets and Systems**, 20, 87-96.
- [2] BARBERIS, G.F. y RÓDENAS, M.C.E. (2011): La Ayuda a la Decisión Multicriterio: orígenes, evolución y situación actual. **VI Congreso Internacional de Historia de la Estadística y de la Probabilidad, Valencia**.
- [3] CASTILLO, E., GUTIÉRREZ, J.M. y HADI, A.S. (1996): **Sistemas expertos y modelos de redes probabilísticas**. Academia de Ingeniería, Madrid.
- [4] FIERRO, P. (1984): **Consideraciones sobre la dogmática jurídica**. UNAM, México.
- [5] GLYCAS, M. (2010): **Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications**. Springer-Verlag, Berlin.
- [6] GONZÁLEZ, G. (2007): La Heurística Jurídica. **Revista Telemática de Filosofía del Derecho**, 10, 175-206.
- [7] GRUNER, R. (1986): Thinking like a Lawyer: Expert Systems for Legal Analysis. **Berkeley Technology Law Journal**, 259, 258-328.
- [8] HERRERA, F., ALONSO, S., CHICLANA, F. y HERRERA-VIEDMA, E. (2009): Computing with words in decision making: foundations, trends and prospects. **Fuzzy Optimization and Decision Making**, 8, 337-364.
- [9] LANCHO, F. (2003): **Anuario de la Facultad de Derecho**, XXI, 629-636.
- [10] LEITH, P. (2003): Clear Rules and Legal Expert. En Martiano. A. y Socci, F., **Anuario de la Facultad de Derecho**, XXI, 633-635.
- [11] LEYVA VÁZQUEZ, M. Y. (2013): **Modelo de Ayuda a la Toma de Decisiones Basado en Mapas Cognitivos Difusos**, UCI, La Habana.
- [12] LEYVA VÁZQUEZ M.Y., TERUEL, K. P., ESTRADA, A. F. y GONZÁLEZ, J. G (2013): Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico. **Ingeniería y Universidad**, 17, 375-390.
- [13] LEYVA VÁZQUEZ y M. Y., SMARANCHE, F. (2018): **Neutrosología: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre**, Pons, Bruselas.
- [14] MARTÍNEZ, G. C. (2018): Inteligencia Artificial y su Aplicación al Derecho. **Alegatos - Revista Jurídica de la Universidad Autónoma Metropolitana**, 26, 827-846.
- [15] MARTINO, A. (1988): Sistemi esperti nella giustizia, Turín, Speciale Convegno, 9, 38.
- [16] MATA, F. (2006): **Modelos para Sistemas de Apoyo al Consenso en Problemas de Toma de Decisión en Grupo definidos en Contextos Lingüísticos Multigranulares**, Tesis Doctoral, Universidad de Jaén, Jaén.
- [17] PÉREZ-TERUEL, K., LEYVA-VÁZQUEZ, M.Y., ESPINILLA, M. y ESTRADA-SENTÍ, V. (2014): Computación con palabras en la toma de decisiones mediante mapas cognitivos difusos. **Revista Cubana de Ciencias Informáticas**, 8, 19-34.
- [18] RAMOS, C. C., Scribd, C. 2010. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/36818832/Heuristica#scribd>. Consultado de Scribd el 3 -2, 2016.
- [19] RÍOS, J. J. (1997): **Informática Jurídica. Primera Edición**. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, México.



- [20] SHARIF, A.M. e IRANI, Z. (2006). **Applying a fuzzy-morphological approach to complexity within management decision making**, Emerald Group Publishing Limited.
- [21] SMARANCHE, F. (2002): Neutrosophy a new Branch of Philosophy. **Multiple Valued Logic**, 8, 297-384
- [22] SOKAR, I.Y., JAMALUDDIN, M. Y., ABDULLAH, M. y KHALIFA, Z. A (2011): KPIs Target Adjustment Based on Trade-off Evaluation Using Fuzzy Cognitive Maps. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 5, 2048-2053.
- [23] TRAZEGNIES, F. D. (2013): ¿Seguirán Existiendo Jueces en el futuro? El razonamiento judicial y la inteligencia artificial. **IUS ET VERITAS**, 23 , 112-130.
- [24] WANG, H., SMARANCHE, F., ZHANG, Y. y SUNDERRAMAN, R. (2005): Single valued neutrosophic sets. **Proc Of 10th 476 Int Conf on Fuzzy Theory and Technology**.
- [25] ZADEH, L. A. (1965): Fuzzy sets. **Information and Control**, 8, 338-353.
- [26] ZADEH, L. A. (2003): From search engines to question-answering systems the need for new tools. **Fuzzy Systems, 2003.FUZZ'03. The 12th IEEE International Conference on IEEE**.