



# Ontología neutrosófica en la Web Semántica para disminuir la incertidumbre en la gestión de la información de los repositorios digitales

Marlon Altamirano Di Lucas<sup>1</sup>, Neilys González Benítez<sup>2</sup>, Maikel Y. Leyva Vázquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Estatal Península de Santa Elena Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador, E-mail: [marlon.altamiranod@ug.edu](mailto:marlon.altamiranod@ug.edu)

<sup>2</sup> Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río, Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba, E-mail: [neilysgonzalezbenitez@gmail.com](mailto:neilysgonzalezbenitez@gmail.com)

<sup>3</sup> Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología, Guayaquil, Ecuador, E-mail: [mleyvaz@gmail.com](mailto:mleyvaz@gmail.com)

**Resumen.** A través de la Web semántica es posible acceder, compartir y manipular la información contenida en los repositorios y portales digitales. Con las bondades que la Web semántica ofrece es posible simplificar las tareas que pudieran ser complejas en la Web. El uso de Web semántica favorece el trabajo de las tareas complejas, como la extracción de información y servicios, a través de los metadatos que se almacenan en la semántica de la información. Estas tareas se plantean para ser resueltas a través de la lógica, la cual tiene problemas para tratar la incertidumbre. Como solución a esta problemática se plantea el uso de la lógica neutrosófica a la Web semántica, útil para disminuir la incertidumbre presente en la información. Por tal motivo el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una web semántica basada en ontología neutrosófica, para disminuir la incertidumbre de la información contenida en los repositorios y portales digitales.

**Palabras Claves:** Gestión de la información, incertidumbre, lógica neutrosófica, ontología, Web Semántica.

## 1 Introducción

El concepto de Web Semántica fue acuñado por el padre de la Web Actual, [1] junto con [2] en el referenciado artículo *The Semantic Web*. Según los citados autores, la Web es una entidad donde no existe significado que pueda ser explotado por otros sistemas informáticos, sino que es una entidad diseñada para ser usada por personas. Refieren los citados autores, que con el uso de la Web Semántica es posible añadir contenido a la Web para obtener una semántica bien definida, de forma que la nueva Web no sea sólo legible por las personas, sino también por especialistas de software, en aras de automatizar tareas o explotar mejor la información que actualmente existe en la web.

La Web Semántica ha sido también adoptado por el W3C (*World Wide Web Consortium*) que la define como una Web extendida, dotada de mayor significado, en la que cualquier usuario en Internet podrá encontrar respuestas a sus preguntas de forma más rápida y sencilla gracias a una información mejor definida [3]. Nuevamente se define la Web Semántica como una extensión sobre la Web actual para dotar de inteligencia a la Web actual a partir de información estructurada.

Para lograr este objetivo, se necesita disponer de herramientas que faciliten la incorporación de descripciones explícitas, que permitan a los agentes software a procesar la información contenida en los sitios web y proporcionar a los internautas respuestas más precisas y de mayor calidad. La Web es una estructura de grafo formado por multitud de nodos del mismo tipo que representan los contenidos interconectados por hipervínculos. Estos contenidos se construyen mediante lenguajes de etiquetas para presentar la información.

Los lenguajes como HTML o XHTML no ofrecen información semántica del contenido o de los propios documentos, además de ser lenguajes muy limitados en expresividad. Como la Web fue creada para ofrecer información a las personas, los lenguajes que emplean se limitan a definir cómo se presenta dicha información.

Sin embargo, gracias a la Web Semántica se puede mejorar la expresividad mediante la incorporación de lenguajes estructurados que tienen como base el formato XML (*eXtensible Markup Language*) y RDF



(Resource Description Framework) que dotan a cada contenido de significado y de una estructura lógica, permitiendo mejorar el procesamiento de la información y la interoperabilidad entre los sistemas de información.

[1] reinventa la Web para solucionar las limitaciones que presenta la Web actual en lo que respecta al procesamiento automático de información, interoperabilidad con otros sistemas de información, o simplemente para manejar de manera más eficiente la gran cantidad de información y mejorar los procesos de búsqueda para encontrar de forma más rápida, precisa y sencilla.

Basado en lo antes referido, la Web semántica plantea añadir información estructurada en la Web que defina el contenido de una forma que agentes software puedan entender, y no sólo que la Web sea un repositorio de información y servicios sólo disponibles para personas. Esto representa una evolución en la forma de representar los contenidos en la Web actual con respecto a la Web Semántica.

Con el fin de representar conocimiento en forma de información estructurada se utiliza la Web Semántica, la misma para tal fin requiere de elementos o herramientas útiles para la representación del conocimiento. Entre las herramientas que con frecuencia se utilizan para representar el conocimiento se encuentran las ontologías, ellas ofrecen la capacidad de definir un vocabulario y describir relaciones entre los diferentes términos de manera flexible y sin ambigüedades, facilitando su interpretación por las máquinas y los humanos [4].

Las ontologías, en la actualidad, se han considerado la herramienta más utilizada, su principal objetivo en la Web, es definir de forma formal las entidades y conceptos que se dan en diferentes dominios, así como las relaciones entre conceptos, destacando las relaciones jerárquicas. Con el uso de las ontologías se puede obtener una representación del conocimiento reutilizable para que la misma sea compartida y utilizada automáticamente por cualquier especialista de software.

Las ontologías tienen su origen en la Grecia antigua, han sido empleadas en diferentes contextos con significados diferentes. En el contexto de la Inteligencia Artificial, [5] especifican que las ontologías son herramientas que proporcionan relaciones que conforman el vocabulario de un área específica, así como las reglas para combinar dichos términos y las relaciones para definir extensiones de vocabularios en la Web. En este mismo contexto [6], define las ontologías como una especificación explícita de una conceptualización.

El citado autor define la ontología como una conceptualización compuesta por objetos, conceptos y otras entidades que existen dentro de un determinado dominio, y las relaciones que pueden ser definidas entre ellos. Esta conceptualización se refiere a un modelo abstracto, que puede ser definido como una interpretación estructurada de una parte del mundo del que se identifican los conceptos más relevantes.

Esencialmente una ontología es una jerarquía de conceptos con atributos y relaciones, que definen una terminología consensuada para detallar redes semánticas de unidades de información interrelacionadas. Con la ontología se delimitan los vocabularios comunes para compartir información dentro de un dominio concreto, estando formado dicho vocabulario por clases o conceptos, propiedades o atributos de las clases y relaciones entre clases.

Las ontologías proporcionan la vía para representar conocimiento, ofrece disímiles ventajas para la modelación, generación, distribución y uso del conocimiento producido y acumulado. Dadas estas ventajas para la gestión del conocimiento, las ontologías son ampliamente usadas para gestionar grandes volúmenes de información que devienen de diferentes áreas del conocimiento.

Las ontologías tienen como objetivo el expresar formalmente la interpretación de la información [7]. Pese a su papel decisivo en la web semántica como instrumento para relacionar conocimiento almacenado en diferentes fuentes, la misma idea de ontología tiene un aspecto incongruente: a medida que aumenta la especialización de una ontología para una parte del dominio, decrece su capacidad comunicativa, porque las argumentaciones con más especializadas. Este razonamiento, implica que con una ontología es posible expresar las interpretaciones de cosas particulares sobre las definiciones de los conceptos básicos y relaciones entre las características de las ontologías antes referidas, que se realizan a través de los lenguajes específicos útiles para soportar las ontologías en la Web semántica, los cuales favorecen la interpretabilidad entre las computadoras y la información o conocimiento.



Los lenguajes que se usan para representar explícitamente el significado de los términos a través de los vocabularios y las relaciones entre estos son OWL que proporciona tres sub lenguajes (OWL Lite, OWL DL y OWL Full), cada uno con nivel de expresividad mayor que el anterior, diseñados para ser usados por comunidades específicas de desarrolladores y usuarios. El lenguaje de consulta RDF (SPARQL), define la sintaxis y la semántica necesaria para una expresión de consulta sobre un grafo RDF y las diferentes formas de resultados obtenidos.

El empleo de los lenguajes de ontología RDF y OWL como soporte para la Web Semántica en el proceso de gestión de la información en los repositorios digitales de las universidades ecuatorianas y en particular en el empleo de ontología OWL neutrosófica para disminuir la incertidumbre en la información.

La lógica es una herramienta útil que facilita la modelación de la información y a su vez induce al nuevo conocimiento. Al considerar la modelación de conceptos al mundo real, se requiere de la simplificación para que la expresión del lenguaje de lógica sea sencilla.

Las simplificaciones para que las expresiones del lenguaje de lógica sean sencillas provocan pérdida de información la que en ocasiones no es posible recuperar. La lógica y los conjuntos neutrosóficos por su parte, constituyen una generalización de la lógica y los conjuntos difusos de Zadeh, y especialmente de la lógica intuicionista de Atanassov, con múltiples aplicaciones en el campo de la toma de decisiones, segmentación de imágenes y aprendizaje automático, por citar solo algunos ejemplos [8].

Citan los referidos autores que la teoría fundamental que soporta la Neutrosofía afirma que toda idea  $\langle A \rangle$  tiende a ser neutralizada, disminuida, balaceada por  $\langle \text{no}A \rangle$  las ideas (no solo  $\langle \text{anti}A \rangle$  como Hegel planteó) como un estado de equilibrio.

En su forma clásica  $\langle A \rangle$ ,  $\langle \text{neut}A \rangle$ ,  $\langle \text{anti}A \rangle$  son disjuntos de dos en dos.

Como en varios casos los límites entre conceptos son vagos a imprecisas, es posible que  $\langle A \rangle$ ,  $\langle \text{neut}A \rangle$ ,  $\langle \text{anti}A \rangle$  (y  $\langle \text{non}A \rangle$  por supuesto) tengan partes comunes dos en dos también. Esta teoría ha constituido la base para la lógica neutrosófica [9], los conjuntos neutrosóficos [10], la probabilidad neutrosófica, y la estadística neutrosófica y múltiples aplicaciones prácticas [11].

La lógica neutrosófica es una de las soluciones que se presentan para hacer que la lógica tenga grados de verdad mediante la incorporación de términos lingüísticos. La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica según [12] se muestra como  $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0,1]\}$   $n$ , que no es más que una valuación neutrosófica, la cual consiste en el mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a  $N$ , por cada sentencia  $p$ , representándose como se muestra en la expresión 1.

$$v(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

Basado en lo antes referido sobre la lógica neutrosófica y con el objetivo de facilitar la aplicación práctica a problemas de la toma de decisiones, se realiza la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [13], los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [14] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación. El empleo de variables lingüísticas es utilizado en la Web semántica basada en ontología con el fin de que una sentencia deja de ser verdadera o falsa para ser verdadera en un cierto grado, es decir se cambian  $\{0, 1\}$  por los conjuntos neutrosóficos de valor único, expresado como  $A = (a, b, c)$ , donde  $a, b, c \in [0,1]$ ,  $y + b + c \leq 3$ .

Los conjuntos neutrosóficos de valor único en la Web Semántica puede hacer que la definición de las ontologías sea más precisa y más robusta. También permite que los usuarios de la Web Semántica puedan expresar conceptos relativos como “lejano”, “no muy lejano” e indicarles a los mismos el grado de certeza que tiene en los resultados.

En el presente estudio se utiliza la información contenida en el repositorio digital de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, la misma al ser buscada en la Web posee incertidumbre la cual requiere ser tratada, para que las búsquedas que sobre dicha información se realiza sea lo más certera posible. En ese sentido se utilizan las bases de conocimiento y los motores de inferencia existentes en la Web y en particular en la Web semántica desarrollada en dicha institución.



La base de conocimiento utilizada está compuesta por un conjunto de sentencias, que crecen y varían en el tiempo, además de estar soportadas por un lenguaje formal, capaces de relacionarse con otras sentencias de otros servicios en la web, útil para construir la base de conocimiento propia, sobre la que se ha de trabajar para gestionar la información con mayor grado de certidumbre. Los agentes inteligentes son programados con programación declarativa, en la que el agente obtiene la información que necesita saber y se le plantea que resuelva un problema, sin indicarle el algoritmo determinado para resolver ese problema.

El motor de inferencia permite a los agentes inteligentes obtener conclusiones de la base de conocimiento y resolver el problema planteado. A través del motor de inferencia se obtienen nuevas sentencias (conclusiones) a partir de las sentencias de la base de conocimiento propia, sobre la se trabaja para gestionar la información con mayor grado de certidumbre, y determinar, por ejemplo, si una sentencia es deducible a partir de las sentencias de su base de conocimiento.

También con el motor de inferencia, es posible determinar si una determinada sentencia es imposible a partir de su base de conocimiento, es decir, nos lleva a una contradicción. Otro posible resultado es concluir que una sentencia no es imposible, pero no es deducible de la base de conocimiento, en ese sentido, cabe destacar que los lenguajes lógicos son lenguajes formales para representar la información de la que se puedan sacar conclusiones, y dispone de una sintaxis (las sentencias válidas en el lenguaje) y una semántica (qué significan esas sentencias). La Web semántica es una herramienta de la cual surgen tareas para poder acceder, compartir y manipular la información contenida en la Web, las cuales han sido planteadas en primera instancia desde el punto de vista lógico, y tienen ciertos problemas para asimilar conceptos relativos o imprecisos. Para dar solución a la problemática planteada se propone el uso de la lógica neutrosófica a la Web semántica.

La lógica neutrosófica a la Web semántica que se propone en el presente trabajo tiene como objetivo disminuir la incertidumbre sobre la información que se gestiona del repositorio digital de la Universidad Estatal península de Santa Elena, Ecuador, ella estará soportada sobre el lenguaje de ontología semántico OWL. De acuerdo con los tipos de lógicas existentes, se ha hecho énfasis en la lógica neutrosófica, aplicada al lenguaje OWL que soporta una ontología en la Web Semántica y será referido en lo adelante como OWL neutrosófica.

La OWL neutrosófica, es una de las soluciones posibles para que la lógica existente sobre la base de conocimiento tenga grados de verdad mediante la incorporación de probabilidades. Una sentencia deja de ser verdadera o falsa para ser verdadera en un cierto grado, es decir se cambian  $\{0, 1\}$  por los números de valor único definidos en la escala de términos lingüísticos por [15].

Para construir una OWL neutrosófica se parte de las relaciones entre los términos de la ontología, se procede de manera incremental para añadir valores de pertenencia a las relaciones existentes y en ocasiones para añadir, también nuevas relaciones. Luego se realiza la normalización de los valores de pertenencia, de tal forma que la suma de los valores de pertenencia de cualquier término de la ontología sea igual a 1.

La normalización juega un papel importante en el mapeo de consultas a la ontología: para cada término de la consulta sólo una interpretación (un mapeo) es elegido y el resto de posibles mapeos son excluidos. El proceso de Neutrosificación es como se muestra en la Figura 1.

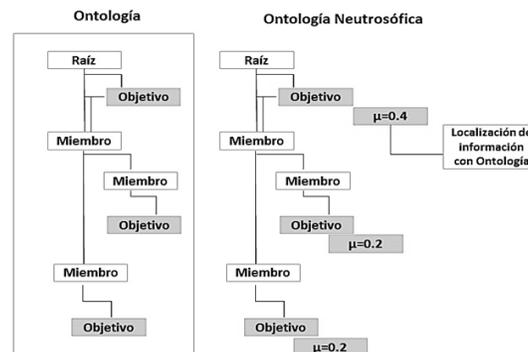


Figura 1. Ontología Neutrosófica. Fuente: Elaboración propia.



La ontología neutrosófica se define formalmente a través de la expresión 2.

$$O_n(C, R, N, A) \quad (2)$$

Donde:

C; conjunto de conceptos Neutrosóficos o Entidades E

R; conjunto de relaciones Neutrosófica en  $E^n$

$R = T \cup T_{not}$ , donde T representa las relaciones taxonómicas y  $T_{not}$  las que no se derivan de la taxonomía de la ontología.

N; es un conjunto de relaciones neutrosóficas, de tal manera que una n de N se define como  $E^{n-1} \times P \rightarrow [0,1]$ , siendo P un conjunto de números enteros, cadena de caracteres, etc.

A; es un conjunto de Axiomas expresados en un lenguaje lógico apropiado (ej.: predicados para restringir el significado de conceptos, relaciones, funciones).

Basado en la definición anterior, se realiza la actualización de la ontología siguiendo los pasos que a continuación se explican:

1. La localización en la ontología del término buscado se calcula y sólo los documentos que reciben un valor de relevancia mayor que un umbral determinado son los que se incluyen en el proceso. Los términos empleados en la consulta se comparan con los términos que han sido asignados a las categorías de relación según su grado de pertenencia.
2. Se calcula una puntuación para cualquier significado potencial de cada término de la consulta sumando los valores de pertenencia en las categorías que están relacionadas con cualquier localización potencial del término de la consulta.
3. La localización con la puntuación más elevada es la elegida por los usuarios. El valor de pertenencia de una localización para un determinado término de la consulta, se calcula según la ecuación 3.

$$\mu_{total} = \frac{\sum_0^{i=n} \mu_i}{n} \quad (3)$$

Como  $\mu_i$  es el valor de pertenencia de cada término que se asigna a las categorías de pertenencia, sólo se utilizan los términos que tienen una relación de parentesco (padres o hijos) con el significado inducido para los términos de la consulta del usuario son incluidos en el cálculo. Si la ocurrencia de un término en un documento que recuperado es mayor que 1, entonces cada instancia del término se incluye en el cálculo. Si el valor de pertenencia obtenido es menor que 0, entonces éste se hace 0.

Usar la ontología neutrosófica en el proceso de recuperación de la información contribuye a disminuir la incertidumbre en la información a través del filtrado del contenido. Para ello se seleccionan los primeros contenidos que se presentan en las búsquedas de información, luego ellos se filtran y se hace uso del modelo de recomendación neutrosófica para ser recuperados, basándose en los términos neutrosóficos de valor único que se usan para representar los documentos, y en los términos que se formularon en la consulta.

El modelo de recomendación neutrosófica se basan en el conocimiento y utiliza los números neutrosóficos de valor único permitiendo la utilización de variables lingüísticas [16]. En estos casos X es el universo de discurso, y A sobre X es un objeto compuesto por números neutrosóficos de valor único que se expresan como se muestra en la expresión 4.

$$A = \{(x, uA(x), rA(x), vA(x)): x \in X\} d \quad (4)$$

Donde:



$uA(x): X \rightarrow [0,1], rA(x):X \rightarrow [0,1], vA(x): X \rightarrow [0,1]$  con  $0 \leq uA(x)+ rA(x)+vA(x): \leq 3$  para todo  $x \in X$ .

El intervalo  $uA(x), rA(x)$  y  $vA(x)$  representa las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de  $x$  en  $A$ , respectivamente. Los números de valor único se expresan como se muestra en 5.

$$A = (a, b, c) \tag{5}$$

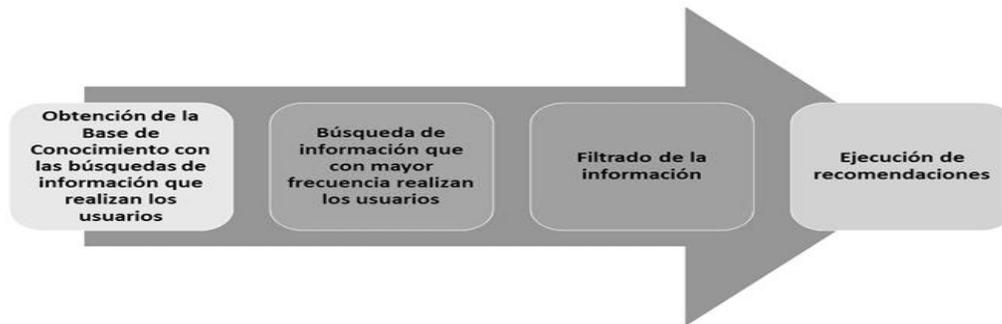
Donde:

$$a, b, c \in [0,1] \text{ y } a + b + c \leq 3$$

Con el modelo de recomendación se realizan las inferencias sobre las búsquedas de información que se realiza y se analizan las preferencias, a través de un razonamiento basado en casos.

## 2 Materiales y métodos

En el repositorio digital de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador y el empleo de una web semántica basada en la ontología neutrosófica, propuesta en el presente trabajo para disminuir la incertidumbre de la información a buscar en dicho repositorio, se aplicó el modelo recomendación que se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Modelo de recomendación en la web semántica basada en ontología neutrosófica. **Fuente:** Elaboración propia.

Al aplicar el modelo se obtiene una base de conocimiento con las búsquedas de mayor frecuencia, ellas se representan a través de  $ai$ , y se describen por el conjunto de características que conforman las búsquedas de información que realizan los usuarios, ellas se representan como se muestra en la expresión 6.

$$C = \{c1, \dots, ck, \dots, cl\} \tag{6}$$

Las búsquedas de información se guardan en la base de conocimiento mediante números neutrosóficos de valor único como refieren [15, 17]. La misma se representa como se muestra en la expresión 7.

$$A^* = (A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^2) \tag{7}$$

Donde:



$A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$   $j = (1, 2, \dots, n)$  y  $B_i = (Bi_1, Bi_2, \dots, Bi_m)$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) son  $m$  vectores de  $n$  número neutrosóficos de valor único, tal que  $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), ( $j = 1, 2, \dots, n$ ); entonces la distancia euclidiana es definida como  $B_i$  y  $A^*$  cuyo resultando se obtiene a través de la ecuación 8 definida por [15]:

$$S_i = \left( \sum_{j=1}^n \{ (|a_{ij} - a_j^*|)^2 + (|b_{ij} - b_j^*|)^2 + (|c_{ij} - c_j^*|)^2 \} \right)^{1/2} \quad (8)$$

Donde:

$$(i = 1, 2, \dots, m)$$

Con el cálculo de la distancia euclidiana se define la similitud según refiere [18], entre la información que se busca y la contenida en la Base de Conocimiento, el resultado se obtiene a través de las alternativas de búsquedas que se corresponden con las  $A_i$ , estas alternativas se analizan para comprobar cuál es la más cercana a los datos contenidos en la Base de Conocimiento y se representa como  $s_i$ . En la medida que la similitud aumenta, es posible establecer un orden entre las alternativas según refiere [14].

Los resultados de las búsquedas se realizan por los usuarios en la web semántica, basada en ontología neutrosófica y la base de conocimiento obtenida con el modelo de recomendación propuesto en la Figura 2. Ellas pueden obtenerse, también de forma directa, a partir de los criterios de los expertos, expresándose, posteriormente, a través de la ecuación 9.

$$F_{aj} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots, v_l^j\} \quad (9)$$

Para;  $j=1, \dots, n$

Las valoraciones de las características de las búsquedas, se expresan a través de la escala lingüística  $S, v_k^j \in S$  con el fin de disminuir la incertidumbre en la información que se busca y obtener una mayor interpretabilidad. En ese sentido,  $S = \{s_1, \dots, s_g\}$  es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características de las búsquedas a través del conjunto de números neutrosóficos, previamente definidos los términos lingüísticos a emplear una vez descrito el conjunto de productos a través de la expresión 10.

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (10)$$

El resultado que se obtiene se guardan en una base de conocimiento para obtener con mayor precisión las búsquedas de la información por los usuarios en la red y en particular en la web semántica implementada en el repositorio digital de la Universidad Estatal península de Santa Elena, Ecuador. Las búsquedas que mayor frecuencia poseen en cuanto a su uso por los usuarios se almacenan en la Base de Conocimiento con un perfil diferente al ya existente, este perfil se representa a través de la expresión 11.

$$p^e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \quad (11)$$

El perfil se encuentra soportado por un conjunto de atributos que facilitan la búsqueda en la web semántica con mayor precisión, estas características se expresan como:



$$c^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \quad (12)$$

Donde;  $c_k^e \in S$

Obtenidos los perfiles de búsquedas se filtran las búsquedas que mayor frecuencia tienen por los usuarios con el fin de encontrar cuáles son las más adecuadas en cuanto a la información contenida en la Base de Conocimiento y las preferencias de búsqueda de los usuarios, para tal fin se calcula la similitud entre los perfiles de búsqueda realizadas por los usuarios,  $p^e$  y cada producto  $a^j$  registrado en la base de conocimiento. El cálculo de la similitud total se realiza a través de la ecuación 13.

$$Si = 1 - \left( \frac{1}{3} \sum \{(|a_{ij} - a_j^*|)^2 + (|b_{ij} - b_j^*|)^2 + (|c_{ij} - c_j^*|)^2\} n_j = 1 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

Con las similitudes se realizan las recomendaciones y cada respuesta obtenida se ordena de acuerdo a la similitud obtenida, representándose dicho resultado a través del vector de similitud que se expresa en la ecuación 14.

$$D = (d_1, \dots, d_n) \quad (14)$$

Los mejores resultados serán aquellos, que mejor satisfagan las necesidades de búsqueda en la web semántica basada en ontología neutrosófica con un mayor grado de certidumbre y a su vez que posean mayor similitud con la información contenida en la Base de Conocimiento.

### 3 Resultados

Del repositorio digital de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador y con la implementación de la Web Semántica basada en ontología neutrosófica se obtuvo la siguiente Base de Conocimiento:  $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ , descrita por el conjunto de atributos  $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$ . Los atributos se valoraron a través. Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística definida por [15].

Las valoraciones obtenidas se almacenaron en la Base de Conocimiento, en un perfil diferente en aras de poder realizar la comparación. En dicho perfil se almacenó el resultado de la siguiente forma;  $Pe = \{MDB, MB, MMB, MB\}$ .

Con el resultado del perfil almacenado y los datos previos existentes en la Base de Conocimiento se calculó la similitud entre el perfil obtenido y las búsquedas de la información que se almacenaron en la Base de Conocimiento, en la Tabla 1 se muestra el resultado obtenido.

**Tabla 1:** Similitud entre las búsquedas realizadas y el perfil de búsqueda realizada por los usuarios. **Fuente:** Elaboración propia.

| $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ |
|-------|-------|-------|-------|
| 0.52  | 0.94  | 0.58  | 0.86  |



La recomendación se realiza a las búsquedas almacenadas en la Base de Conocimiento que mayor se acerquen al perfil de búsqueda realizada por los usuarios. En el presente estudio se obtiene, además el ordenamiento de las búsquedas que representa las búsquedas de mayor frecuencia por la comunidad científica de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador. El ordenamiento de las búsquedas es el que se muestra en a través de la ecuación 15.

$$\{a_2, a_4, a_3, a_1\} \quad (15)$$

En caso de que la web semántica, recomendara las dos búsquedas más cercanas y que poseen mayor frecuencia de búsqueda, las recomendaciones serían las que se muestran a través de la expresión 16.

$$\{a_2, a_4\} \quad (16)$$

Basado en los resultados obtenidos, se demuestra que el empleo de lógica neutrosófica en la Web Semántica facilita a las ontologías que sea más precisa y más robusta. Permite que los usuarios de la Web Semántica puedan expresar conceptos relativos como “cercano”, “no muy tarde” e indicar grado de certeza que tiene en los resultados.

## Conclusiones

La extensión del lenguaje OWL empleada para definir la ontología en la Web Semántica, implementada en el repositorio digital de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador, con elementos de lógica proporcionaron una descripción del lenguaje con características neutrosófica. Con ello se pudo ampliar los lenguajes que forman la Web Semántica lo cual contribuye a expresar el grado de verdad que tienen los elementos de las ontologías y los resultados de los razonamientos.

Se realizó un análisis de los lenguajes que comúnmente se utilizan para el trabajo con la Web Semántica, del que se derivó que los lenguajes utilizados en la Web Semántica presentan características variables y no todos cumplen con los aspectos requeridos para gestionar información de forma rápida, organizada y certera en los repositorios digitales. En particular con los lenguajes de ontología RDF y OWL es posible especificar conceptos de diversos dominios del conocimiento mediante el uso de lenguajes basado en lógica simbólica y susceptible, pero ellos son eventualmente interpretados por las computadoras. Estos lenguajes al ser definidos por varias especificaciones, constituyen la base sobre de trabajo en la Web Semántica, sobre el lenguaje OWL de la Web Semántica implementada en la universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador, se crea una ontología útil para realizar búsquedas más precisas, con una semántica bien definida.

Se introdujo un modelo de recomendación neutrosófico para que dichas búsquedas tuvieran mayor grado de certidumbre y fuera posible hacer las búsquedas a través de términos lingüísticos o expresiones lingüísticas. El modelo de recomendación introducido siguió el enfoque basado en conocimiento se basó en el empleo de los números neutrosóficos de valor único, útiles para expresar términos lingüísticos.

## Referencias

- [1]. Berners-Lee, T., Information Management: A Proposal. Informe técnico, CERN (1989)
- [2]. Hendler, J., Lassila, O., Berners-Lee, T.: The semantic web. Scientific American (2001) 28–37
- [3]. <http://www.w3.org/2001/sw/SW-FAQ>
- [4]. Stamou, G., Tzouvaras, V., Pan, J., Horrocks, I., A fuzzy extension of swrl, W3C Workshop on Rule Languages for Interoperability (2005)
- [5]. Neches, R., Fikes, R., Finin, T., Gruber, T., Patil, R., Senator, T. y Swartout, W.R., Enabling Technology for Knowledge Sharing. AI Mag. 12 (3). (1991). P.pp. 36-56.



- [6]. Gruber, T.R., A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition. 5 (2). (1993). p.pp. 199-220.
- [7]. Noy, N. F. and D. McGuinness., Ontology Development 101: A guide to Creating your First Ontology. Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. Stanford University, (2001).
- [8]. Leyva, M. Smarandache, F. Neutrosophía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre, Pons Publishing House / Pons asbl, Quai du Batelage, 5 1000 – Bruxelles Belgium, (2018).
- [9]. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: NeutrosophicLogic, in Philosophy. 1999, American Research Press. p.1-141.
- [10]. Haibin, W., et al., Single valued neutrosophic sets. 2010: Infinite Study.
- [11]. Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: NeutrosophicLogic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic: Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. 2003: Infinite Study.
- [12]. Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. 2005: Hexis.
- [13]. Wang, H., et al., Single valued neutrosophic sets. Review of the Air Force Academy, 2010(1): p. 10.
- [14]. Vázquez, M.Y.L., et al., Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico. Ingeniería y Universidad: Engineering for Development, 2013. 17(2): p. 375-390.
- [15]. Şahin, R. and M. Yiğider, A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.
- [16]. Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, TOPSIS methodfor multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment. Neural computing andApplications, 2016. 27(3): p. 727-737.
- [17]. Ye, J., Single-valued neutrosophic minimum spanning treeand its clustering method. Journal of intelligent Systems,2014. 23(3): p. 311-324.
- [18]. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words. Ingeniería y Universidad, 2015. 19(1): p. 173-188.