

# **Representación ontológica para la interpretación semántica de datos geoespaciales en el dominio suelo**

**MsC. Neili Machado García**

Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque, Cuba, [neili@unah.edu.cu](mailto:neili@unah.edu.cu)

**DrC. Carlos Balmaseda Espinosa**

Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque, Cuba, [cbalma@unah.edu.cu](mailto:cbalma@unah.edu.cu)

**DrC. Andrés Montoyo**

Universidad de Alicante, Alicante, España, [montoyo@dlsi.ua.es](mailto:montoyo@dlsi.ua.es)

## **ABSTRACT**

The development of geographic information systems to facilitate the management of knowledge is one of the major tasks that are currently performed by many institutions. Find a way to harness all the knowledge that is underlying spatial data open new frontiers in the operation of such systems. The use of ontologies as the form of representation of the optimal use knowledge is largely due to what they promise. Ontologies provide a shared and consensual understanding of a domain of knowledge that can be communicated between people and heterogeneous systems. Therefore, the development of ontologies is presented as an appropriate instrument to achieve semantic integration in the environment of spatial data infrastructures in a more abstract way in which knowledge plays a fundamental role. A semantic representation of geospatial information is presented through a combination of geographic domain ontology and a domain ontology based New Genetic Soil Classification of Cuba designed through GEONTO-MET methodology in this work.

**Keywords:** semantics, spatial data, geo-ontology

## **RESUMEN**

El desarrollo de sistemas de información geográfica que faciliten la gestión de conocimiento es una de las principales tareas que son llevadas a cabo actualmente por muchas instituciones. Encontrar una forma de aprovechar todo el conocimiento que se encuentra subyacente en los datos espaciales abriría nuevas fronteras en la explotación de sistemas de este tipo. El uso de ontologías como la forma de representación del conocimiento más óptima a utilizar, es debido en gran medida a lo que prometen. Las ontologías proveen una comprensión compartida y consensuada del conocimiento de un dominio, que puede ser comunicado entre personas y sistemas heterogéneos. Por ello, el desarrollo de ontologías se presenta como el instrumento adecuado para alcanzar la integración semántica en el entorno de las infraestructuras de los datos espaciales de una manera mucho más abstracta, en la que el conocimiento juegue un papel fundamental. En el presente trabajo se presenta una representación semántica de información geoespacial a través de la combinación de una ontología de dominio geográfico y una ontología de dominio basada la Nueva Clasificación Genética de los Suelos de Cuba diseñada a través de la metodología GEONTO-MET.

**Palabras claves:** semántica, datos espaciales, geo-ontología

## **1. INTRODUCCIÓN**

The En los últimos años, las técnicas de organización y búsqueda de la información geográfica han cobrado gran importancia para poder extraer de estos datos toda la información útil que sea posible. Los datos geográficos

poseen características específicas que dificultan su manipulación, la ubicación espacial, o sea el estar en una localización sobre la superficie de la tierra referida a un sistema de coordenadas, la temporalidad y las relaciones espaciales con otros objetos o datos, además, presentan gran heterogeneidad y volumen de almacenamiento. Existe por tanto una creciente necesidad de encontrar una solución que permita la integración de datos geográficos de una manera mucho más abstracta en la que el conocimiento juegue un rol esencial, en la que se explote con mayor efectividad la información semántica existente que se encuentra embebida en los datos almacenados.

La comparación de los conceptos que describen el significado de los datos en fuentes de información distribuidas es una de las operaciones básicas para solucionar la heterogeneidad semántica. Prueba de ello es la tendencia que se manifiesta en numerosas investigaciones recientes que abordan esta problemática (Fonseca et al., 2002a) [Aparicio et al., 2006] [Giger and Najjar, 2003] [Gómez-Pérez, 2002]. Estas soluciones se basan principalmente en el uso de ontologías como mecanismo de representación del conocimiento.

Las ontologías han sido analizadas en la Geociencia como un procedimiento de estandarización que facilita la traducción entre diferentes fuentes de información [Chandrasekaran et al. 1999, Smith 1999, Fonseca et al. 2002]. El estudio de los sistemas de recuperación de información en el campo de las Geociencias, concentra sus esfuerzos en estudiar otras formas de representar el conocimiento, modificar la manera en que se almacenan y organizan los datos, así como la búsqueda de mecanismos que extraigan información controlando su precisión, para que correspondan de manera exacta o similar las respuestas arrojadas con las consultas que realizan los usuarios.

En el presente trabajo se presenta una representación semántica de información geoespacial a través de la combinación de una ontología de dominio geográfico y una ontología de dominio basada la Nueva Clasificación Genética de los Suelos de Cuba diseñada a través de la metodología GEONTO-MET.

Este documento se organiza en cinco secciones principales. En la sección 2 se presenta un resumen de los trabajos más relevantes relacionados con las anotaciones semánticas de datos geográficos. En la sección 3 se presenta la metodología para el diseño e implementación de las ontologías propuestas. Luego en la sección 4 se comentan los principales resultados de una primera implementación de la anotación semántica en el dominio Suelos. Finalmente se exponen en la sección 5 las conclusiones y líneas futuras de investigación.

## **2. TRABAJOS RELACIONADOS**

En los últimos años se ha presenciado el crecimiento e interés de muchos investigadores en técnicas para la construcción de ontologías, para diferentes propósitos como la reutilización de estas estructuras con otras ontologías, para el diseño de métodos semi-automáticos que reduzcan los cuellos de botella en la adquisición de conocimiento, entre otros. Básicamente, un conjunto de métodos y metodologías para el desarrollo de estas estructuras de conocimiento han sido reportados en diversos trabajos.

(Lenat and Guha, 1990) publicaron algunos pasos generales y puntos generales acerca del desarrollo de Cyc. Éste se considera una enorme base de conocimiento con un sentido común. Este sistema se considera una ontología porque puede ser utilizado como base para construir diferentes sistemas inteligentes, los cuales pueden comunicarse entre sí e interactuar.

METHONTOLOGY es una técnica desarrollada por (Fernández López et al., 1999) que propone habilitar la construcción de ontologías en el nivel de conocimiento. Tiene sus bases en las actividades principales identificadas por el proceso de desarrollo de software y en las metodologías de ingeniería de conocimiento. Ésta incluye: la identificación del proceso de desarrollo de una ontología, el ciclo de vida basado en el manejo, desarrollo orientado y tareas de soporte. Los procesos principales involucrados en esta técnica son: 1) construir un glosario de términos, 2) construir la taxonomía de conceptos, 3) construir un diagrama de relaciones binarias, 4) construir el diccionario de conceptos, 5) definir las relaciones binarias, 6) definir los atributos tipo instancia, 7) definir los atributos tipo clase, 8) definir las constantes, 9) definir los axiomas formales y 10) definir las reglas.

Algunos trabajo relacionados a ontologías y semántica en las ciencias de la información geográfica se mencionan a continuación. (Smith and Mark, 1998) reportaron los resultados de una serie de experimentos diseñados para

establecer cómo sujetos no expertos conceptualizan fenómenos geoespaciales. Estos individuos fueron cuestionados para dar ejemplos de categorías geográficas. Los resultados fueron originaron una ontología de categorías geográficas.

En (Fonseca et al., 2002b) se propuso como puede construirse un mapeo entre ontologías y esquemas conceptuales. Además, se explotan las conexiones entre estos dos componentes; así como una descripción formal del mapeo, considerando que este puede acelerar el desarrollo de ontologías y acortar el ciclo de desarrollo de aplicaciones, con base en esquemas conceptuales. Por tanto, el método consiste en enlazar una representación formal de semántica (ontologías) a esquemas conceptuales, describiendo información almacenada en una base de datos para integrar información geográfica. La aportación principal de este trabajo es una estructura formal que detalla un mapeo entre una ontología espacial y un esquema conceptual geográfico.

En (Kavouras et al., 2003) se presenta una metodología para explorar e identificar información semántica a partir de una categorización provista por geo-ontologías, esta metodología propone medidas sobre qué ontologías pueden ser integradas o asociadas mediante categorías.

En su propuesta (Li and Fonseca, 2006) proponen una medida de similitud que integra cuatro modelos, el modelo geométrico, el modelo de características, el modelo de transformación y el modelo de alineación estructurada para calcular las igualdades y las diferencias entre escenas espaciales y a nivel de capa. Aplica el orden de prioridad topología, dirección, distancia y se disminuyen los costos de transformación. Ambas características son implementadas a través de la aplicación de los pesos.

GEONTO-MET (Torres Ruiz, 2007) es una metodología orientada a formalizar la conceptualización del dominio geográfico. Su principal objetivo es proporcionar descripciones semánticas y ontológicas, las cuales representen las propiedades y relaciones que describen el comportamiento de los objetos geográficos. Está compuesta por cuatro etapas: La etapa de análisis se encarga de proporcionar un modelo de abstracción de los objetos geográficos involucrados en este dominio. La etapa de síntesis que lleva a cabo la conceptualización del dominio geográfico. La etapa de procesamiento en la que se generan las ontologías geográficas y de aplicación. Finalmente, la etapa de descripción en la que se produce una representación alterna de los objetos geográficos; así como la integración de éstos dentro de una plantilla de descripción semántica. La metodología GEONTO-MET está enfocada en el desarrollo de ontologías de aplicación del dominio geográfico para compartir e integrar información geoespacial.

En (Renteria, 2009) propone un modelo de recuperación, que integra un criterio semántico con criterios geoespaciales, tomando en cuenta los perfiles de usuario, para ofrecer servicios personalizados. Recupera información conceptualmente similar, reduciendo el riesgo de resultados vacíos cuando no hay correspondencia exacta entre la consulta y la información existente en los repositorios de datos.

(Larín, 2013) se presenta un nuevo tipo de ontología para la representación semántica de objetos geoespaciales integrados en sistemas con arquitectura SIGGO. Además, se definen las características básicas que debe cumplir un algoritmo de agrupamiento jerárquico para ser utilizado en el descubrimiento automático de nuevos niveles de abstracción semántica subyacentes en datos geoespaciales. Finalmente, se diseñan dos métodos para la interrelación automática de la representación semántica de los datos geoespaciales con ontologías de nivel superior.

### **3. PROPUESTA DE REPRESENTACIÓN SEMÁNTICA DE DATOS GEOESPACIALES**

En este epígrafe se describe la metodología para la representación de datos geoespaciales. El principal objetivo es proporcionar descripciones semánticas que representen las propiedades y relaciones que describen el comportamiento de los objetos geográficos a través de una ontología geográfica (GeoOntología).

Esta decisión se basa en el hecho de que no hay disponibilidad de GeoOntologías en español para los datos geográficos utilizados en esta investigación.

El término Ontología proviene del campo de la filosofía y la epistemología. Una de las primeras definiciones fue dada en (Neches et al., 1991), definiendo una ontología como los términos básicos y las relaciones comprendidas

en el vocabulario de un tema, así como las reglas para combinar términos y relaciones para definir extensiones al vocabulario. Las ontologías imponen una estructura sobre el dominio y restringen las posibles interpretaciones de los términos (Weigand, 1997).

Gruber (Gruber, 1993) definió ontología como una especificación explícita de una conceptualización, luego en (Borst, 1997) se plantea que: las ontologías son definidas como una especificación formal de una conceptualización compartida. En (Noy and McGuinness, 2001) se plantea que la construcción y utilización de ontologías es importante para compartir explícitamente el entendimiento común de la estructura de información entre personas y agentes de software y permitir la reutilización de conocimiento de un dominio. Las ontologías son estructuras que pueden crecer, integrarse con otras ontologías y reutilizarse en la construcción de ontologías de otros dominios. Lo más importante a resaltar es su potencial semántico que le da el hecho de incluir axiomas y de esta manera da la posibilidad de emplear la lógica y poder inferir conocimientos implícitos en los conocimientos formalizados.

Una geo-ontología es una ontología que ofrece una descripción de entidades geográficas y difiere de otras ontologías por la presencia predominante de relaciones topológicas. Las geo-ontologías pueden utilizarse para hacer explícita la semántica del contenido de la información geográfica de servicios Web, con el fin de mejorar el descubrimiento y recuperación en la Web (Lutz and Klien, 2006). En (Klien et al., 2004) y (Lutz and Klien, 2006) se muestra cómo las ontologías pueden ser soportes para realizar conexiones semánticas durante los procesos de búsqueda y recuperación de información geográfica.

La GeoOntología constituye el enlace o comunicación en las fuentes de datos. Se construyó de forma semiautomática, es decir, manualmente y utilizando programas de cómputos.

Para la construcción de la GeoOntología se tuvieron en cuenta tres componentes fundamentales:

1. Documentos especializados con las definiciones de los términos que representan los objetos geográficos con los que se trabajaron.
2. Estructura semántica de conceptos de EuroWordNet (almacena relaciones semánticas del sentido de las palabras, en este caso palabras que representan un objeto espacial).
3. Criterio del especialista geográfico (manejo de terminología especializada de un experto para un dominio espacial Suelo).

### **3.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL DOMINIO**

La conceptualización del entorno geográfico es muy importante ya que constituye las bases para medir la similitud semántica. A continuación se describen algunas de las propiedades que poseen los objetos geográficos almacenados en las bases de datos espaciales. Estas propiedades constituyen la conceptualización que se modelará en la ontología.

Las bases de datos espaciales almacenan datos descriptivos y datos espaciales. Los descriptivos están orientados a las características atributivas de los datos, tales como áreas de los objetos, indicadores, entre otros. Los espaciales poseen diversas propiedades entre las que se encuentran las topológicas, de dirección y de distancia (Egenhofer and Mark, 1995)(Mark, 1999)(Papadias and Kavouras, 1994a).

Las relaciones espaciales establecen la ubicación en el espacio de alguna propiedad geográfica del mundo real con respecto a otra propiedad, describen la configuración geoespacial. Las relaciones espaciales entre características geográficas son frecuentemente tan importantes como las características geográficas (Papadias and Kavouras, 1994b).

Las relaciones espaciales son muy importantes en la descripción semántica de los objetos geográficos: debido a que todos los objetos geográficos tienen una localización en la tierra ellos automáticamente tienen una relación espacial con respecto a todos los otros objetos geográficos. En este trabajo se manejan las relaciones espaciales a nivel conceptual. Establecer relaciones espaciales entre clases no siempre es posible debido al carácter abstracto

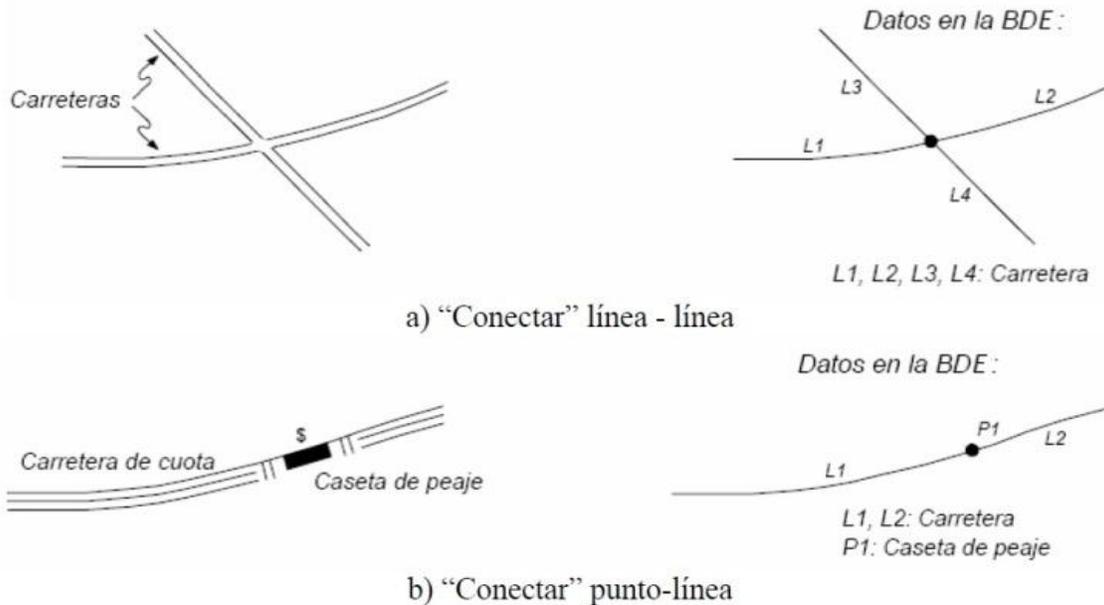
de las mismas pero existen ciertas características que pueden ser generalizadas a todas las instancias (Schwering, 2006).

La teoría formal de las relaciones espaciales (Donnelly and Bittner, 2005) puede ser aplicada directamente a las relaciones espaciales a nivel conceptual, sustituyendo los individuos por los objetos para definir las relaciones (Ver Tabla 1). Las relaciones espaciales a nivel conceptual son una generalización de las relaciones entre las instancias de un concepto.

**Tabla 1: Definición formal de relaciones espaciales entre instancias de una misma clase**

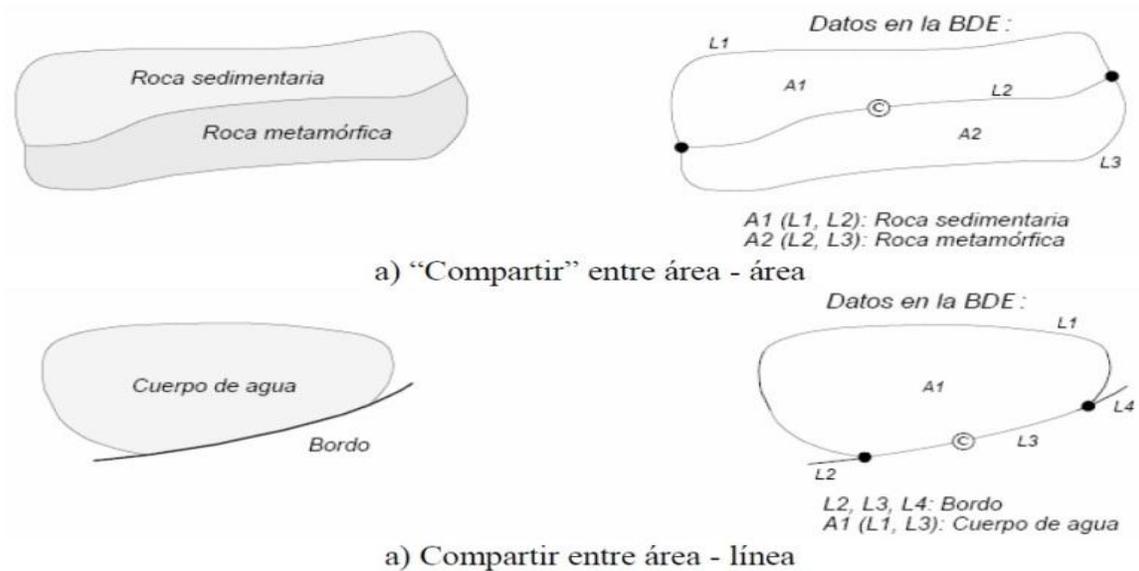
Tipo de relación	Definición formal a través de las relaciones espaciales entre las instancias.
Rsome(A,B)	$\exists x \exists y ( \text{Instance}(x,A) \ \& \ \text{Instance}(y,B) \ \& \ R_{x,y} )$
Rall-1(A,B)	$\forall x ( \text{Instance}(x,A) \rightarrow \exists y ( \text{Instance}(y,B) \ \& \ R_{xy} ) )$
Rall-2(A,B)	$\forall y ( \text{Instance}(y,B) \rightarrow \exists x ( \text{Instance}(x,A) \ \& \ R_{xy} ) )$
Rall-12(A,B)	Rall-1(A,B) & Rall-2(A,B)
Rall-all(A,B)	$\forall x \forall y ( \text{Instance}(x,A) \ \& \ \text{Instance}(y,B) \rightarrow R_{xy} )$

En esta propuesta se trabajará con las relaciones “comparte” y “conecta”. La relación conecta de acuerdo a (Moreno Ibarra, 2007) exige que exista una intersección planimétrica entre los rasgos geográficos involucrados y que la ocurrencia de las entidades involucradas tengan las mismas coordenadas de representación geométrica en el punto de conexión. (Ver Figura 1)



**Figura 1: Relación Conecta**

De igual manera define que existe una relación comparte cuando los rasgos geográficos sean parcial o totalmente contiguos o coincidentes y que la ocurrencia de las entidades involucradas tengan las mismas coordenadas de representación geométrica. (Ver Figura 2)



**Figura 1: Relación Conecta**

### 3.2 DISEÑO DE LAS ONTOLOGÍAS

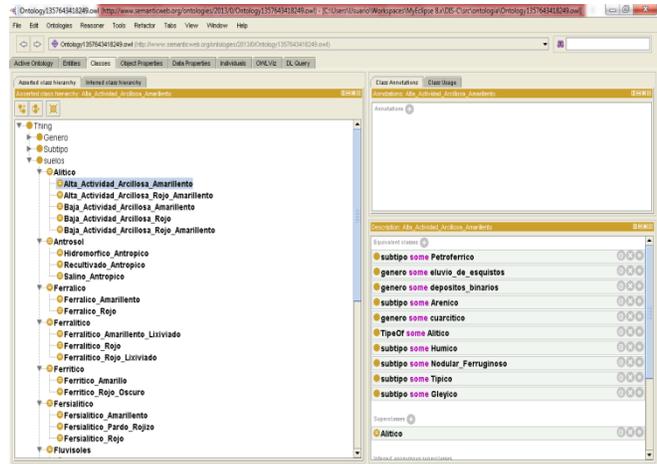
El diseño de las ontologías se basa en la metodología GEONTO-MET (Torres Ruiz, 2007) y parte de la descripción del dominio por un usuario experto. El editor utilizado para el diseño de éstas fue Protégé1 y además se utilizó la interfaz Jena para acceder al editor de ontologías y recuperar conceptos para vincularlos con los datos geoespaciales.

El proceso de desarrollo de las ontologías utiliza una combinación de procesos bottom-up y top-down ya que de acuerdo con la metodología no existe una relación axiomática única que permita definir conceptos de clases; sino que además existen las relaciones de pertenencia y de ejecución. Las relaciones básicas que se consideran son del tipo topológicas; no obstante, el esqueleto de la ontología permite agregar relaciones del tipo geométrico o temático por medio de conceptos del tipo relación (CR).

Con base en la metodología propuesta para conceptualizar el dominio geográfico se han desarrollado dos conceptualizaciones diferentes: (1) referente al dominio geográfico OG y (2) referente al dominio Suelos que es el dominio de aplicación OS. Ambas ontologías están relacionadas a través de relaciones entre los conceptos de OG con los conceptos de OS. Se dice entonces que el concepto  $a \in OS$

La ontología del contexto Suelo está compuesta por un conjunto de conceptos de tipo clase y relación. Está basada en la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández et al., n.d.).

A continuación se presentan algunos de los principales términos de este dominio en la jerarquía de clases que corresponde a esta ontología.



**Figura 1: Fragmento de la jerarquía de clases que componen la ontología**

Como se puede apreciar en la figura 3, esta jerarquía está compuesta por la clase Suelos la cual genera clases de conceptos que agrupan a un conjunto de subclases.

#### 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

En este epígrafe se presentan los principales resultados obtenidos en la experimentación realizada en la representación de los objetos geoespaciales utilizando la ontología propuesta. Los datos con los que se han trabajado proceden del mapa de suelos de la región de San José de Las Lajas en la provincia de Mayabeque, Cuba.

Cada una de las muestras de las clases a partir de las cuales son clasificados estos datos están representadas por cada uno de los conceptos presentes en la ontología del dominio de los suelos, por ejemplo, el concepto Suelos en la ontología representa la clase Suelos y es a su vez la única muestra existente de esa clase y contiene las siguientes características:

- Clase Suelos: Id, Nombre, Grupo, Tipo, Textura, Erosión, Saturación, Humificación, Graviliosidad, Pedregosidad, Rocosidad, Acidez y Salinidad.

Los datos están almacenados en el formato vectorial ESRI ShapeFile. El Shapefile es un formato vectorial que almacena la ubicación de los objetos geográficos y los atributos asociados a ellos pero carece de la capacidad para el almacenamiento de la información topológica de estos. De manera general un Shapefile está compuesto por varios archivos, pero deben existir al menos los tres principales. Estos tienen las siguientes extensiones:

- \*.shp: Este es el archivo principal, en él se almacena las entidades geométricas de los objetos (Componente Espacial).
- \*.dbf: Este es el archivo que almacena la información de los atributos de los objetos (Componente Temática).
- \*.shx: Este es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas actuando como vínculo entre la componente espacial y la temática para cada uno de los datos almacenados.

Una vez procesado los datos se procede a la vinculación de estos con la ontología. Este vínculo complementa y enriquece, al verse como un todo la información semántica existentes. Por tanto es necesario extraer los vectores de características comunes para cada dato y cada clase. En la Figura 4 se muestra la representación visual de los objetos.



**Figura 1: Representación Gráfica de las capas de datos de Suelos**

La clasificación de las capas de datos fue realizada y todos los objetos pertenecientes a cada una de las capas temáticas fueron correctamente clasificados. Este experimento demuestra cómo es posible realizar la representación semántica de objetos geospaciales a través del uso de técnicas de clasificación y medidas de distancias.

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En el presente trabajo se ha propuesto una representación semántica basada en ontologías para lograr la persistencia de las anotaciones semánticas de datos geográficos. El soporte principal para las anotaciones semánticas se basa en el tipo de información geográfica con el fin de lograr aprovechar las relaciones topológicas entre los objetos anotados en su recuperación y descubrimiento.

La propuesta contribuye a la interoperabilidad semántica entre sistemas. Como las relaciones y conceptos propios de las estructuras de datos están formalizadas en una ontología es posible que sistemas heterogéneos utilicen las anotaciones almacenadas eficientemente sin conocer previamente la estructuración del repositorio, sino que pueden inferirla así como nuevo conocimiento partiendo del conocimiento formalizado. Esta propuesta favorece el intercambio de información ya que sienta una base semántica para que se pueda lograr el entendimiento entre proveedores y consumidores.

En futuros trabajos se estudiarán nuevos métodos para identificar los objetos geográficos. Es necesario encontrar elementos que permitan una mayor vinculación entre la semántica formal y la información necesaria para la visualización gráfica de la información geográfica así como extender la propuesta a otros modelos de datos geográficos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparício, A. d. S., Farias, O.L.M. d., Santos, N. d., 2006. Integration of Heterogeneous Databases and Ontologies.
- Borst, W., 1997. Construction of Engineering Ontologies.
- Donnelly, M., Bittner, T., 2005. Spatial relations between classes of individuals. 4th Conference On Spatial Information Theory (COSIT05), Ellicottville, New York, Springer.
- Egenhofer, M.J., Mark, D.M., 1995. Naive geography. International Conference on Spatial Information Theory (COSIT95) Berlin, Germany, Springer, 1–15.
- Fernández López, M., Gómez-Pérez, A., Pazos Sierra, J., 1999. Building a Chemical Ontology using Methontology and the Ontology Design Environment.

- Fonseca, F., Davis, C., Câmara, G., 2002a. Bridging Ontologies and Conceptual Schemas in Geographic Information Integration.
- Fonseca, F., Davis, C., Câmara, G., 2002b. Bridging Ontologies and Conceptual Schemas in Geographic Information Integration.
- Giger, C., Najar, C., 2003. Ontology-based integration of data and metadata BT -. 6th AGILE Conference on Geographic Information Science 586 – 594.
- Gómez-Pérez, A., 2002. OntoWeb. Ontology-based information exchange for knowledge management and electronic commerce IST-2000-29243.
- Gruber, T.R., 1993. A translation approach to portable ontologies 199 – 220.
- Hernández, A., Morales, M., Ascanio, M.O., Morell, F., n.d. Manual para la aplicación de la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. 193.
- Kavouras, M., Kokla, M., Tomai, E., 2003. Determination, Visualization and Interpretation of Semantic Similarity among Different Geographic Ontologies.
- Klien, E., Einspanier, U., Lutz, M., Hübner, S., 2004. An Architecture for Ontology-Based Discovery and Retrieval of Geographic Information. En F. Toppen, & P. Prastacos (Ed.), 7th Conf on Geographic Information Science (AGILE 2004), págs. 179–188.
- Larín, R., 2013. Nuevo tipo de ontología para la representación semántica de objetos geoespaciales.
- Lenat, Guha, R., 1990. Building Large Knowledge Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA.
- Li, B., Fonseca, F., 2006. TDD - A Comprehensive Model for Qualitative Spatial Similarity Assessment. Spatial Cognition and Computation 6(1), 31–62.
- Lutz, M., Klien, E., 2006. Ontology-Based Retrieval of Geographic Information. Int. Journal of Geographical Information Science (IJGIS) 233–260.
- Mark, D., 1999. Spatial representation: A cognitive view. Geographical Information Systems: Principles and Applications. D. J. Maguire, M. F. Goodchild, D. W. Rhind and P. Longley. 81–89.
- Moreno Ibarra, M.A., 2007. Similitud semántica entre sistemas de objetos geográficos aplicada a la generalización de datos geoespaciales.
- Neches, R., Fikes, R., Finin, T., Gruber, T., Senator, T., Swartout, W., 1991. Enabling technology for knowledge sharing. AI Magazine 12, 36–56.
- Noy, N.F., McGuinness, D.L., 2001. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology.
- Papadias, D., Kavouras, M., 1994a. Acquiring, representing and processing spatial relations. Proceedings of the 6th International Symposium on Spatial Data Handling, Edinburgh, U.K., Taylor Francis. 631–643.
- Papadias, D., Kavouras, M., 1994b. Acquiring, representing and processing spatial relations. Proceedings of the 6th International Symposium on Spatial Data Handling, Edinburgh, U.K., Taylor Francis. 631–643.
- Renteria, W., 2009. Recuperación controlada de información cualitativa desde repositorios de datos.
- Schwering, A., 2006. Semantic Similarity Measurement including Spatial Relations for Semantic Information Retrieval of Geo-Spatial Data.
- Smith, B., Mark, D.M., 1998. Ontology and geographic kinds. Proceedings of the 8th International Symposium on Spatial Data Handling (SDH'98), Vancouver: International Geographical Union 308–320.
- Torres Ruiz, M.J., 2007. Representación ontológica basada en descriptores semánticos aplicada a objetos geográficos.

Weigand, H., 1997. Multilingual Ontology-Based Lexicon for News Filtering –The TREVI Project. K. Mahesh.

***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*