

# Esquema de un modelo de Integración de datos, metadatos y conocimiento geográfico

Rafael Oliva Santos<sup>1</sup>, Francisco Maciá Pérez<sup>2</sup>, Eduardo Garea Llano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana  
San Lázaro & L, Vedado, CP 10400, La Habana, Cuba,  
Telf.: +53 (7) 879-5771, Fax +53 (7) 863-7480  
roliva@matcom.uh.cu

<sup>2</sup>Departamento de Tecnología Informática y Computación, Universidad de Alicante  
Carretera San Vicente s/n, CP 03690, San Vicente de Raspeig, Alicante, España.  
Telf: +34 96-590 3979, Fax +34 96-590 9643  
pmacia@dtic.ua.es

<sup>3</sup>Centro de Aplicaciones de Tecnología de Avanzada, MINBAS  
7a #21812 e/ 218 y 222, Rpto. Siboney, Playa. CP 12200, La Habana, Cuba.  
Telf.: + 53(7) 272-1670, Fax + 53(7) 273-0045  
egarea@cenatav.co.cu

**Resumen.** El logro de una verdadera integración entre los datos geográficos, los metadatos correspondientes, y los conocimientos relacionados con ambos y la relación entre ellos es una meta a alcanzar dentro de los esfuerzos por lograr la interoperabilidad semántica entre datos y servicios geográficos. En este trabajo presentamos en forma de esquema una primera aproximación a un modelo de integración entre datos, metadatos y conocimiento geográfico. El modelo presentado tiene dos partes principales: un modelo de persistencia para la integración y un modelo de gestión concebido como una capa de abstracción del modelo de persistencia. El modelo de integración en su totalidad tiene como elemento clave las geo-ontologías como estructuras de integración y representación formal de conocimiento. Se presenta una primera propuesta de elementos tecnológicos y de lenguajes para la implementación de cada componente del modelo.

## 1 Introducción

Los conceptos Dato, Información, Conocimiento han sido ampliamente discutidos en varias disciplinas y desde la óptica informática pueden ser llamados abstracciones de la realidad desde el punto de vista organizacional. Existen criterios que organizan estos conceptos unido al de Sabiduría en una pirámide o jerarquía que llaman DIKW (iniciales tomadas del inglés: *Data, Information, Knowledge and Wisdom*). Por lo general Información se define utilizando el concepto de Dato; Conocimiento utilizando el concepto de Información y Sabiduría utilizando el concepto de Conocimiento.

Los principales aportes por lograr mayor interoperabilidad entre datos y servicios geográficos se han dado en el marco de la estandarización. La interoperabilidad alcanzada hasta el momento es basada en estándares, no en semántica [6]. La interoperabilidad semántica de la información geográfica y los servicios se ha convertido en una de las principales áreas de investigación en las Ciencias de la Información Geográfica [7]. La interoperabilidad semántica se define como la capacidad de interactuar los sistemas de información y servicios geográficos para trabajar unidos sin necesidad de intervención humana[8].

Entre los problemas abiertos relacionados con la interoperabilidad semántica sobresale el hecho que los SIG no tienen en consideración la semántica en la gestión de la información [9] y la heterogeneidad en los datos y servicios geográficos. Los principales trabajos enfocados a lograr la interoperabilidad semántica se enmarcan en el área de estudio Geosemántica. Esta área estudia el entendimiento del contenido de los SIG y la formalización teórica del mismo [5] y en ella confluyen otras áreas como la de Tecnología Informática, IA, Sistemas de Bases de Datos y áreas relacionadas con las Ciencias de la Información Geográfica.

El presente trabajo se ubica en el área de estudio Geosemántica, específicamente en el desarrollo de metodologías y modelos con el objetivo de conseguir el aumento de la eficacia en la gestión en los SIG dada por el aprovechamiento de los metadatos y conocimiento previamente formalizado asociado al conjunto de datos que se está gestionando. El objetivo principal consiste en plantear los lineamientos generales en forma de esquema para un modelo de integración de los CRARG.

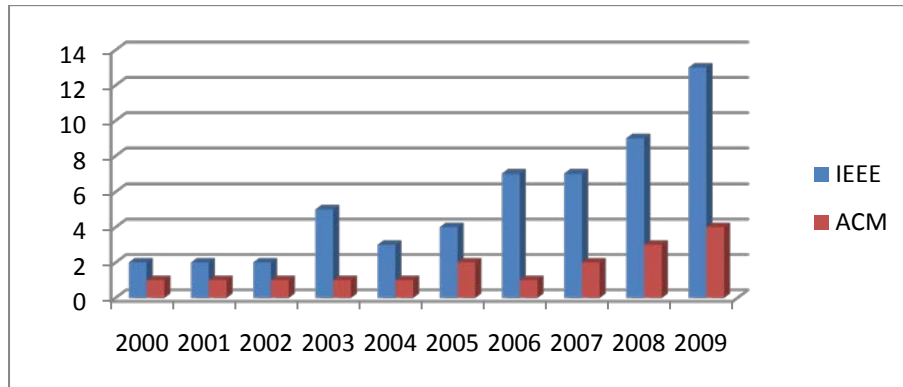
El resto del documento está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se describen los trabajos relacionados y algunos conceptos básicos necesarios. En la sección 3 se presenta la propuesta de esquema de modelo de integración y lineamientos para su implementación. Las conclusiones y trabajos futuros se describen en la sección 4.

## **2 Trabajos relacionados y conceptos principales**

La Geosemántica es un área de estudio en crecimiento. Dentro de ella el empleo de las ontologías adquiere importancia. En las siguientes secciones serán comentados los trabajos más relevantes en esta línea, así como los principales aportes en materia de integración de los CRARG.

### **2.1 Relevancia de la Geosemántica**

Existe un gran interés por los problemas derivados de la heterogeneidad semántica y poca interoperabilidad entre datos y servicios geográficos. El número de conferencias organizadas por las principales asociaciones internacionales relacionadas con la informática y la electrónica, particularmente (IEEE) y (ACM) dedicadas en gran medida a aportes y soluciones informáticas a problemas geográficos ha aumentado en los últimos años. La figura siguiente muestra el crecimiento del número de conferencias organizadas por IEEE y ACM en la última década.



**Fig. 48** Número de conferencias de IEEE y ACM relacionadas con informática aplicada a problemas geográficos

La Geosemántica cuenta con la experiencia acumulada en los más de 30 años de desarrollo de SIG [10], con la madurez adquirida por la Ingeniería Ontológica como área de estudio dentro de la IA y con propuestas teóricas como la nueva generación de SIG, los SIGGO [9]. Las líneas de investigación de esta área están dirigidas al proceso de razonamiento para decidir qué información corresponde a cada petición.

Actualmente se están realizando esfuerzos por incorporar semántica a las IDE [11]. Además, un grupo de expertos de la ISO 19150 está explorando cómo los estándares ISO 19100 pueden beneficiar los objetivos de ISO/TC 211 y contribuir a la Web semántica [12]. El OGC ha planteado la necesidad de incorporar semántica a las especificaciones sintácticas [13].

A pesar de estos avances no hay unidad semántica en los datos geográficos y no se está formalizando y reutilizando el conocimiento en torno al dato, metadato y su interrelación. Un ejemplo de relaciones geográficas son las dadas entre datos, metadatos y conocimiento geográfico, es decir su integración. Los sistemas separan los metadatos del proceso de integración y análisis de los datos geográficos lo que limita la interoperabilidad [14].

## 2.2 Geo-ontologías

Una de las primeras definiciones de ontología fue dada en [15], definiéndola 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.

En [16] se definió ontología como “una especificación explícita de una conceptualización”. En [17] se plantea que: “las ontologías son definidas como una especificación formal de una conceptualización compartida”. En [18] se definió ontología como “una biblioteca de definiciones que pueden ser utilizadas para diferentes propósitos en diferentes dominios, que permiten compartir y reutilizar conocimiento y métodos de razonamiento entre agentes”.

Según [19] una ontología está formada por una taxonomía relacional de conceptos y por un conjunto de axiomas o reglas de inferencia mediante los cuales se podrá inferir un nuevo conocimiento. En [20] se plantea que la construcción y utilización de ontologías es importante para compartir el entendimiento común de la estructura de información entre personas y agentes de software, permitir la reutilización de conocimiento de un dominio, explicitar las suposiciones de un dominio, y analizar el conocimiento del dominio del operacional.

En el ámbito de la información geográfica, los esfuerzos para gestionar el conocimiento se han centrado principalmente en el uso de ontologías y en la inclusión de elementos semánticos en datos geográficos. En los modelos de datos geográficos se representan un conjunto de los elementos básicos, propiedades y geometrías pero no todas las relaciones entre estos elementos están representadas en los modelos [21]. La falta de representación explícita del conocimiento inherente a la realidad instanciada en estos modelos afecta a la interoperabilidad semántica, por lo que se hace necesario incorporar representaciones del conocimiento, como las geo-ontologías, que complementen los datos y metadatos geográficos.

Las ontologías son mecanismos para representar formalmente el conocimiento y pueden crecer, integrarse con otras ontologías y reutilizarse en la construcción de ontologías de otros dominios. 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 que son tan importantes en el ámbito espacial.

El uso de ontologías en la información geográfica tiende a ser diferente dependiendo la perspectiva y objetivos de los usuarios [22]. Entre los trabajos relacionados con la Geosemántica además de utilizar las ontologías como formas de representación del conocimiento, otros las proponen como estructuras para codificar datos geográficos [21], otros como estructuras en las que se puede hacer persistentes los metadatos [23] y otros las utilizan como elementos claves en la integración de datos de distintas fuentes [24].

### **2.3 Integración de datos, metadatos y conocimiento geográfico**

La integración de datos y metadatos ha evolucionado partiendo de la simple enumeración de los metadatos asociados a los datos para su gestión en un SIG. La mayoría de los SIG y los más populares formatos de datos (ESRI, MAPINFO, Ilwis, y ERDAS) incluyen algunos elementos de las normas de metadatos. Los formatos actuales de datos no son lo suficientemente flexibles para propiciar la completa integración con alguna norma de metadatos.

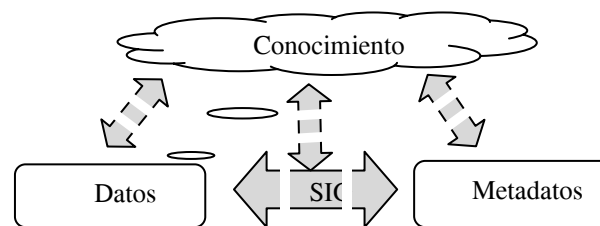
Sobre la integración de fuentes de datos geográficos se tienen resultados considerables. En [24] se introduce el sistema BUSTER (*Bremen University Semantic Translator for Enhanced Retrieval*) que propone una arquitectura formada por dos subsistemas: el primero tiene como objetivo resolver los problemas de recuperación de información mediante búsquedas inteligentes y el segundo con el objetivo de resolver la heterogeneidad semántica propone una forma de integración de la información. En [25] 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 diferentes pueden ser integradas o asociadas mediante categorías.

En [26] se propone una medida de similitud entre conceptos basada en las relaciones espaciales entre conceptos. En [27] se propone una metodología para la integración de esquemas conceptuales espacio-temporales mediante modelos conceptuales y Lógica Descriptiva (LD). En [28] se introduce una arquitectura y una metodología basada en LD para crear un sistema integrado de información geográfica y se propone el uso de ontologías para resolver la heterogeneidad semántica en la integración de Bases de Datos Espaciales. Las ontologías fueron propuestas en [29] como mediadoras en la integración semántica de información geográfica.

Un ejemplo de integración de información geográfica a nivel de sistema son los SIG gobernados por ontologías (SIGGO – del inglés *ODGIS Ontology Driven Geographic Information System*) que actúan como un sistema integrador independientemente del modelo [9]. En el sistema GioNis [30] se define una propuesta de ontología híbrida basada en una arquitectura semántica que combinada con LD permite descubrir correspondencias entre conceptos de diferentes ontologías. En [31] describe una metodología para desarrollar un SIG integrado principalmente para resolver los problemas de heterogeneidad semántica en bases de datos topográficas.

Como se ha visto, en cuanto a integración en el ámbito geográfico, los principales trabajos están dirigidos a la integración de distintas fuentes de datos geográficos. La integración de datos y metadatos geográficos es necesaria para aumentar la interoperabilidad entre sistemas, disminuir la heterogeneidad entre los datos y servicios y aprovechar en los SIG al máximo los recursos disponibles. Las ontologías son estructuras en las que esta integración es posible. Existen trabajos que las proponen para representar conocimiento geográfico [32], otros para representar metadatos [33] y otros datos [34]. En [1] se presentan a las geo-ontologías como soportes de la integración de las CRARG. La siguiente figura ilustra las actuales relaciones desde el punto de vista computacional entre las CRARG.



**Fig. 49** Vínculos computacionales actuales entre los componentes de una representación abstracta de la realidad geográfica [1]

La intersección entre los formatos de datos geográficos y los elementos regulados por los estándares y normas de metadatos no es significativa, y el vínculo entre estos dos componentes está dado principalmente a nivel de SIG con recursos ajenos al dato y metadato, se muestra con una flecha bidireccional más gruesa que las demás pero discontinua porque la integración no es a nivel de dato y metadato. El conocimiento geográfico sobre el dato, metadato y su vinculación no está explícitamente persistente en la mayoría de los casos de modo que pueda ser procesable automáticamente, se

muestra con flechas bidireccionales más delgadas con el objetivo de mostrar el vínculo pero en este caso es prácticamente inexistente desde el punto de vista computacional.

Se puede observar que la falta de integración entre datos, metadatos y conocimiento geográfico se trata de un problema abierto, sobre el cual se han hecho propuestas de incorporación o formalización de semántica en cada uno por separado. Partiendo de la propuesta hecha en [1] sobre la concepción de las geo-ontologías como estructuras de integración de CRARG propondremos los lineamientos generales de un modelo de integración de CRARG.

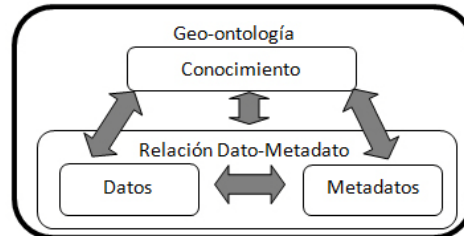
### **3 Propuesta de esquema para un modelo de Integración de datos, metadatos y conocimiento geográfico**

En la actualidad, no existe unidad semántica en la información geográfica. Diferentes organizaciones grafican distinto en el plano instancias de un mismo concepto, no hay un acuerdo sobre el significado de la representación de la información. Por ejemplo las líneas pueden representar para una organización "autopistas", mientras que para otra "ríos". El uso de conceptualizaciones compartidas permite que en diferentes mapas o bases cartográficas se pueda representar de la misma manera un fenómeno dado. La unidad semántica de los datos geográficos favorece la interoperabilidad y el intercambio de datos entre los diferentes sistemas computacionales.

Un paso para lograr la unidad semántica de los datos geográficos y aumentar la interoperabilidad entre datos y servicios geográficos, es lograr la formalización de las interrelaciones entre los CRARG mediante la formalización de modelos de integración. En este trabajo proponemos un modelo de integración de los CRARG que tenga como componentes fundamentales: un modelo de persistencia para la integración de CRARG y un modelo de gestión que incluya capacidades de razonamiento que sirva como una capa de abstracción del modelo de persistencia.

#### **3.1 Modelo de persistencia de la integración**

Actualmente la vinculación entre los datos y metadatos es generalmente un acuerdo adoptado por los creadores de los datos. No se conocen formatos de datos que permitan establecer una conexión con metadatos que sigan las principales normas internacionales que pueda ser procesable automáticamente, esto afecta la organización y uso adecuado de los datos geográficos. El modelo de persistencia propuesto se ilustra en el esquema de la Fig. 3.



**Fig. 50** Esquema del modelo de persistencia de los CRARG

En este caso la geo-ontología será la estructura base donde se llevará a cabo la integración entre datos y metadatos, está puede ser física en el caso que ambos componentes se codifiquen en la propia geo-ontología o mediante referencias en caso que alguno de estos componentes esté disponible en un servidor o ubicación física distinta. Sobre esta relación se pueden incluir en la estructura conocimiento que guie su utilización y den detalles de importancia a tener en cuenta en su recuperación. De la misma manera la estructura facilita la inclusión de descripciones semánticas de datos y metadatos.

Los vínculos son mostrados con flechas bidireccionales continuas y de relleno sólido puesto que son procesables computacionalmente y serán persistentes en la estructura propuesta como base del modelo. Además la vinculación dato-metadato será tratada como un nuevo componente el cual tendrá asociado conocimiento que también será persistente en la estructura.

Utilizar a las geo-ontologías como estructuras bases de la integración de los CRARG permite poder explotar al máximo todas las potencialidades de las ontologías como formas de representación formal del conocimiento, como son inclusión de axiomas, nuevos conceptos, reutilización del conocimiento previamente formalizado en otras ontologías, así como la capacidad de integrarse con otras ontologías [28] y ser reutilizadas en la construcción de ontologías de otros ámbitos.

Con esta propuesta no se niega la importancia y la eficiencia del almacenamiento de información espacial en múltiples archivos, ni la estructuración de los metadatos en jerarquías, en estos casos, nuestra propuesta de estructura de integración puede estar dividida físicamente pero conectada semánticamente de manera que continúe siendo integradora. Esta estructura necesita un mecanismo que debe ser capaz de recuperar los datos, metadatos y de los conocimientos como un todo, aunque físicamente se almacenen en lugares diferentes. En la propuesta de estructura de integración debe contener tanto la formalización de los conocimientos sobre los componentes como de sus interrelaciones además de cuestiones de almacenamiento como la ubicación física donde están almacenados en caso de no estar físicamente codificados en la propia estructura.

### 3.2 Modelo de gestión

El modelo de gestión consistirá un conjunto de funcionalidades que reunirán las acciones más primitivas a realizar vinculadas con el modelo de persistencia. Estas

funcionalidades podrán hacer uso de un razonador que estará integrado a este modelo y dispondrá de la formalización de cuestiones propias de la información geográfica como son las relaciones topológicas y geométricas.

### Integración del modelo propuesto en un entorno computacional

El modelo propuesto está pensado teniendo en cuenta su inserción en un entorno computacional. De modo que estén identificadas las pautas para sus posibles implementaciones y su uso correcto. En la siguiente figura se muestran los principales componentes del modelo de integración propuesto y su interrelación vista como la suma de las interrelaciones de sus componentes con un posible entorno computacional.

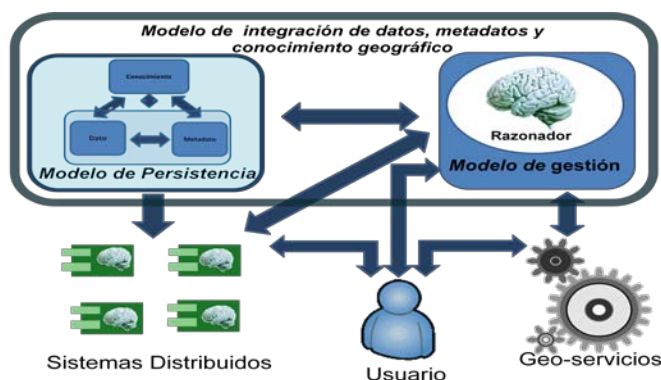


Fig. 51 Modelo de integración de los CRARG y su relación con el entorno

Las funcionalidades brindadas por el modelo de gestión pueden ser encapsuladas y accedidas mediante geo-servicios. El consumo y publicación de funcionalidades de datos y metadatos geográficos es muy popular mediante servicios. Estos servicios pudieran ofrecer prestaciones que incluyan en el análisis clásico elementos semánticos que enriquecerán las respuestas logrando una mayor precisión por una parte y por otra podrían tener en cuenta la LD para obtener resultados aproximados.

El modelo de gestión también podrá ser accedido por sistemas distribuidos que compongan las funcionalidades que este brinda para obtener resultados. De estos sistemas distribuidos incorporar capacidades de razonamiento y capacidades para gestionar ontologías, podrán consultar, hacer procesos de inferencia y obtener nuevo conocimiento directamente del modelo de persistencia.

Los usuarios finales mediante sistemas computacionales podrán hacer uso tanto de las funcionalidades del modelo de gestión directamente o a través de algún intermediario como es el caso de los sistemas distribuidos o geo-servicios. De esta forma podrán incorporarse a los sistemas nuevas capacidades derivadas del análisis semántico de la información geográfica.



### Ideas para la implementación del modelo de integración

La implementación del modelo de integración de los CRARG debe estar en vínculo directo con alguna IDE, tal y como se muestra en la Fig. 5. Las IDE son muy beneficiadas con la propuesta porque adquieren mediante el vínculo con la implementación e instanciación del modelo propuesto capacidades semánticas que actualmente no tienen. La implementación del modelo propuesto debe acceder y gestionar los datos y metadatos compartidos en la IDE.



Fig. 52 Propuesta de implementación del modelo de integración de los CRARG

La base del modelo de persistencia será un repositorio de ontologías. Las ontologías pertenecientes a este repositorio que no sean de dominio sino que hagan persistente la interrelación entre los CRARG deben estar organizadas estructuralmente según alguna de las estructuras de datos ampliamente usadas para el indizado espacial como puede ser *R-Tree*, *Quadtree*, entre otras. De esta manera se preservan relaciones inherentes a los CRARG como las topológicas. Para lograr eficiencia en la gestión las ontologías, pueden ser almacenadas en Bases de Datos.

El modelo de gestión extenderá el *framework* para trabajo con ontologías JENA y encapsulará las funcionalidades inherentes a la Ingeniería Ontológica en servicios Web compartidos en internet previamente descritos semánticamente con OWL-S. Estos servicios Web pueden ser consumidos por otros servicios Web como son los estandarizados por OGC, por Sistemas de Multi-agentes o por SIG u otros sistemas de información de propósito más específico (meteorología, gestión petrolera, gestión catastral, callejeros, etc.). Sistemas distribuidos como los Sistemas Multi-agentes pueden acceder directamente al repositorio de ontologías y hacer procesos de inferencia y consultas semánticas si tienen incorporado algún razonador.

## 4 Conclusiones y trabajos futuros

Los resultados esperados permitirán utilizar en nuevas aplicaciones de gestión de información espacial, la Ingeniería Ontológica cuya versatilidad en multitud de aplicaciones está sobradamente establecida. La actualidad y solidez de la Ingeniería Ontológica convierte a cualquier solución que tenga su base en ella, en una buena candidata para ser adoptada y aplicada desde el punto de vista práctico por una amplia comunidad de usuarios en múltiples contextos de la vida social moderna.

Las propuestas realizadas en este trabajo favorecen la interoperabilidad semántica entre aplicaciones de gestión de información geográfica y contribuye a evitar la heterogeneidad entre datos y metadatos geográficos. También favorecen la interoperabilidad entre los geo-servicios ya que representar en la misma estructura los CRARG permitirá un mejor desempeño de éstos.

La utilización de geo-ontologías como estructura de integración permite tener una estructura única para la gestión de todos los CRARG y constituye un paso de avance a favor de la unidad semántica espacial. El modelo de persistencia aportará una estructura sólida y clave a los SIG, especialmente para la nueva generación SIGGO y posibilitará el procesamiento automático de la información geoespacial por parte de agentes inteligentes e integrará en mayor medida a los SIG con la Web Semántica Espacial.

Un modelo de integración de los CRARG permite obtener todos los beneficios que aportan la gestión y administración en los SIG de una sola fuente de información integrada. El uso de este modelo permite la unificación de criterios acerca de los CRARG sobre una base formal y da un nuevo sentido a la normalización de la información geográfica haciendo énfasis en la necesidad de elaborar normas que regulen la manera explícita de hacer persistente la semántica espacial en las formas de representación de conocimiento como las ontologías.

En futuros trabajos, presentaremos la formalización de algoritmos para integrar datos matriciales y vectoriales en la propuesta de estructura ontológica base del modelo de persistencia, así como el estudio y la especialización de la estructura para su adaptación a los sistemas multificheros que interactúen con jerarquías de metadatos para lograr una administración eficaz de la información espacial.

Modelos como el propuesto, basados en representaciones formales del conocimiento que permitan el procesamiento automático de la información espacial sobre una base semántica, son indispensables para lograr la integración con el naciente proyecto de la Web Semántica Geoespacial.

## Referencias

14. Oliva Santos, R., E. Garea Llano, and F. Maciá Pérez, Propuesta preliminar de soporte para la integración de datos, metadatos y conocimiento geográfico mediante geo-ontologías, in VI Jornadas para el Desarrollo de Grandes Aplicaciones de Red, U.d. Alicante, Editor. 2009: Alicante (España). p. 199-214.
15. Bañares, J.A., et al., Aspectos tecnológicos de la creación de una infraestructura nacional española de información geográfica. Mapping, 2001.

16. ESDIG. ESDIG - Diccionario geográfico. 2008 [cited 2008 10 de Junio]; Available from: [http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/diccionario/diccionario\\_d.html](http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/diccionario/diccionario_d.html)
17. Longley, P.A., et al., GIS Data Collection, Geographic Information Systems and Science, 2001: p. 32-37.
18. Kuhn, W., Geospatial semantics: Why, of what, and how?, in Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2005. p. 1-24.
19. Reitsma, F., et al., Semantics, ontologies and eScience for the geosciences. Computers and Geosciences, 2009. 35(4): p. 706-709.
20. Raubal, M. Mappings for cognitive semantic interoperability. In AGILE 2005 - 8th Conference on Geographic Information Science. 2005. Lisboa, Portugal: Instituto Geográfico Portugués.
21. Havey, F.K., W; Pundt, H; Bishr, Y; Riedemann, C, Semantic Interoperability: A Central Issue for Sharing Geographic Information. Annals of Regional Science, 1999: p. 213-232.
22. Fonseca, F. and M.J. Egenhofer, Ontology-driven geographic information systems. ACM-GIS, 1999: p. 14-19.
23. Mark, D.M., et al., The GIS History Project. in UCGIS Summer Assembly. 1997: Bar Harbor, USA.
24. SWING. Semantic Web Services Interoperability for Geospatial Decision Making. 2008 [cited 2008 November]; Available from: <http://www.swing-project.org>.
25. Cooper, A. and D. Danko, Actividades ISO/TC 211 in ICA News. 2006. p. 12.
26. Kottman, C., The open GIS consortium and progress toward interoperability in GIS. Interoperating Geographic Information Systems, 1999: p. 39-54.
27. Schuurman, N., Formalization matters: Critical GIS and ontology research. Annals of the Association of American Geographers, 2006. 96(4): p. 726-739.
28. Neches, R., et al., Enabling technology for knowledge sharing. AI Magazine, 1991. 12(3 ): p. 36-56.
29. Gruber, T.R., A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 1993. 5(2): p. 199-220.
30. Borst, W.N., Construction of Engineering Ontologies. 1997, Centre for Telematica and Information Technology, University of Twente Enschede Netherlands.
31. Gómez-Pérez, A., Knowledge Sharing and Reuse, in Handbook of Expert Systems. 1995.
32. Rodríguez-Perojo, K., Web semántica: un nuevo enfoque para la organización y la recuperación de información en el Web. Acimed 2005. 13(6).
33. Noy, N.F. and D.L. McGuinness, Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology, 2001.
34. Torres, M., et al., Ontology-driven description of spatial data for their semantic processing, in Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2005: Mexico City. p. 242-249.
35. Winter, S., Ontology: Buzzword or paradigm shift in GI science? International Journal of Geographical Information Science, 2001. 15(7): p. 587-590.
36. Saiful-Islam, A., et al. Ontology for Geographic Information - Metadata (ISO 19115:2003). 2004 [cited 2007-05-05]; Available from: <http://loki.cae.drexel.edu/~wbs/ontology/2004/09/iso-19115.owl>
37. Visser, U., Intelligent Information Integration for the Semantic Web. LNAI, 2005. 3159.
38. Kavouras, M., M. Kokla, and E. Tomai, Comparing categories among geographic ontologies. Computers and Geosciences, 2005. 31(2): p. 145-154.

Consideramos Datos a los hechos concretos que puedan ser persistentes computacionalmente, ejemplos pueden ser números y textos. Entendemos por Información a un conjunto organizado de datos contextualizados, ejemplos pueden ser Bases de Datos Relacionales y ficheros XML. Por último consideramos que el Conocimiento es el conjunto integrado, organizado y contextualizado de datos, información y reglas que permiten resolver un determinado problema o tomar una decisión.

En las áreas de estudio vinculadas con la geografía, se utilizan indistintamente los términos dato e información para referirse a lo que se definió como información. La información geográfica es aquella que describe fenómenos asociados directa o indirectamente con una localización relativa a la superficie de la Tierra o las inmediaciones de ésta [2]. Según el diccionario [3] un dato geográfico es un objeto o entidad resultado de una abstracción del espacio geográfico real y que puede ser un rasgo natural, obra humana o alguna abstracción numérica derivada del tratamiento de cifras relacionadas con tal objeto o entidad. En la mayoría de los casos se consideran sinónimos de dato geográfico los siguientes términos: dato espacial, dato geoespacial, entidad geográfica, rasgo geográfico, entre otros.

Un Metadato geográfico es un conjunto de información que identifica diferentes aspectos relacionados a grupos de datos o a datos específicos y permite conocer características que los particularizan dentro de un conjunto. Describe aspectos de los datos geográficos como son: calidad, actualización, referencia espacial, autor, etc.

En el marco de este trabajo entendemos como Conocimiento geográfico, aquel conocimiento relacionado con la información geográfica, es decir aquel conocimiento que se vincule, asocie o haga referencia a una ubicación en la tierra o las inmediaciones de ésta. Si los datos, metadatos y conocimiento, abstracciones de una realidad, se integraran coherentemente tendríamos una representación abstracta de la realidad mucho más rica que la que tenemos con cada abstracción por separado. Es por eso que en este trabajo llamaremos a los datos, metadatos y conocimiento geográficos “Componentes de una representación abstracta de la realidad geográfica” (CRARG).

La información geográfica, en los últimos años, ha adquirido gran relevancia para los procesos de toma de decisiones en todos los ámbitos. Cada vez son más frecuentes los fenómenos que tienen en su descripción, alguna componente espacial necesaria para mejorar la comprensión de su dinámica de funcionamiento [4]. Hay un marcado interés internacional por la gestión y normalización de la información geográfica que ha repercutido en el desarrollo creciente organizacional y tecnológico de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

El acceso y uso de la información geográfica cambió radicalmente en la última década, pasando de ser local a distribuido [5]. En décadas anteriores los datos que eran procesados por un Sistema de Información Geográfica (SIG), así como sus métodos, residían localmente y contenían información que era lo suficientemente explícita en la comunidad de información respectiva. Actualmente la composición de métodos y datos geográficos se realiza de modo *ad hoc* y la información geográfica de la que se dispone es ambigua, es decir puede entenderse de varios modos o admitir diversas interpretaciones. Este cambio ha resaltado la incapacidad de los SIG de procesar automáticamente fuentes de información con distintos significados y la poca interoperabilidad entre ellos.

39. Schwering, A. and M. Raubal, Spatial relations for semantic similarity measurement, in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. 2005: Klagenfurt. p. 259-269.
40. Sotnykova, A., et al., Semantic mappings in description logics for spatio-temporal database schema integration, in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, E. Zimanyi, Editor. 2005. p. 143-167.
41. Hakimpour, F. and A. Geppert, Resolution of semantic heterogeneity in database schema integration using formal ontologies. *Information Technology and Management*, 2005. 6(1): p. 97-122.
42. Hess, G.N. and C. Iochpe, Ontology-driven resolution of semantic heterogeneities in gdb conceptual schemas. *Proceedings of the GEOINFO'04: VI Brazilian Symposium on GeoInformatics*, 2004: p. 247-263.
43. Stoimenov, L., A. Stanimirovic, and S. Djordjevic-Kajan, Discovering mappings between ontologies in semantic integration process. *Proceedings of the AGILE 2006, Visegrád*, 2006: p. 213-219.