

GeoWeb: Un marco Geo-cibernético para el conocimiento geoespacial

Jesús Trujillo Almeida

*Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo A.C. (CentroGeo)
Mexico City / Mexico*

Alberto Porras Velázquez

*Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo A.C. (CentroGeo)
Mexico City / Mexico*

RESUMEN

En este artículo se plantea establecer a la Geocibernética como un marco para estudiar los procesos de generación de conocimiento geoespacial sobre la GeoWeb; en el que los modelos de conocimiento y la retroalimentación de los sistemas sociales son factores clave en la búsqueda de soluciones de problemas planteados en un contexto espacial. Este marco surgió como producto del conocimiento individual y colectivo acumulado a lo largo de los años por la comunidad del Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.” en adelante, CentroGeo. Por su parte, el estudio de la GeoWeb puede abordarse en el contexto de la Geocibernética desde tres perspectivas distintas: la tecnológica, en donde la interoperabilidad brinda la capacidad de integrar elementos tecnológicos en un sistema que soporta el espacio conceptual de interacción; la científica en donde, a partir de la transdisciplina, se generan los modelos geográficos para el estudio de los problemas dados en un contexto territorial; y la perspectiva de vinculación con la sociedad centrada en la comunicación entre los actores. En estas líneas se aborda además, a la GeoWeb que emerge como una red de conocimiento geoespacial desde una red de procesos articulados cuya base está constituida por una red de usuarios y artefactos.

Palabras Clave: GeoWeb, geocibernética, cibercartografía, red de artefactos, interoperabilidad

ABSTRACT

This article is aimed at establishing Geocybernetics as a framework to study processes for creating geospatial knowledge on the GeoWeb. In this framework, knowledge models and feedback from social systems are key factors in the search for solutions to problems presented in a spatial context.

This framework arose as a product of individual and collective knowledge accumulated over the years by the community "Ing. Jorge L. Tamayo" Research Center for Geography and Geomatics (Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.”), hereon referred to as CentroGeo. In the context of Geocybernetics, the study of

the GeoWeb can be approached from three distinct perspectives: technological, in which interoperability provides the capability of integrating technical elements in a system that supports the conceptual interaction space; scientific, which uses a transdisciplinary approach to generate geographic models in order to study problems presented in a territorial context; and the perspective of connecting with society, centered on communication among the actors. In this context, the GeoWeb is also addressed, emerging as a geospatial knowledge network from a network of articulated processes whose basis is a network of users and artifacts.

Keywords: GeoWeb, geocybernetics, cybercartography, network of artifacts, interoperability

1. INTRODUCTION

Durante los últimos trece años, CentroGeo ha logrado permanecer a la vanguardia en la construcción de diversas soluciones en Geomática; uno de los objetivos que ha perdurado durante este periodo en el grupo de desarrollo tecnológico es el de mantener un entorno que favorezca el proceso de creatividad y que fortalezca el ámbito de innovación tecnológica.

Desde su creación, CentroGeo integró a especialistas pertenecientes a diversas áreas del conocimiento que realizaron trabajos e investigaciones en torno a una necesidad planteada por diversos grupos de la sociedad civil y organismos gubernamentales: la de contar con conocimiento e información suficientes que les permitiera comprender su papel y relación con los elementos que conforman un problema en un entorno geográfico específico, de tal forma que fueran capaces de tomar decisiones y con base en ellas, encontrar posibles soluciones.¹

La manera de comunicar esta información se dio a través de productos de software que fueron diseñados adoptando el concepto de Cibercartografía propuesto por el Dr. Fraser Taylor en 1997, esto en razón de su presentación *Maps and Mapping in the Information Era*, impartida en la Conferencia Cartográfica Internacional cuya sede fue, en esa ocasión, Suecia. La Cibercartografía conceptualizada así por Taylor como un nuevo paradigma

de la cartografía impulsado por el desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones.²

Los primeros productos de software generados en CentroGeo denominaron *Atlas Cibercartográficos* y fueron concebidos como artefactos en un doble sentido: por un lado, como artefactos tecnológicos y por otro, como artefactos sociales interactivos (Reyes y Martínez, 2005b, 123-148), en ellos, el mapa es visto como un modelo de comunicación para representar y transmitir mensajes geoespaciales y conocimiento a través del uso de lenguaje escrito y multimedia (Reyes et al., 2006, 7-20).

Los primeros Atlas cibercartográficos se desarrollaron principalmente con las librerías comerciales de los programas MapObjects (ESRI) e Internet Explorer sobre el entorno de programación de Visual Basic en plataformas aisladas que requerían de un disco compacto para su instalación y difusión; cabe resaltar que en su momento, fueron el vehículo adecuado de comunicación debido a la rudimentaria infraestructura de Internet con la que se contaba en el territorio nacional, además, en ese entonces, la Web aun no ofrecía grandes capacidades para la presentación de datos con contenido geoespacial en comparación con las aplicaciones en plataformas aisladas. Sin embargo, partir de 1998 CentroGeo desarrolló algunos proyectos en la Web, como la implementación del Atlas Cibernético del Agua en América Latina en colaboración con el Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

¹ Esta forma de producción de conocimiento se identifica con lo que Gibbons (1994) y otros autores denominan *Modo 2 de producción del conocimiento*, caracterizado, entre otras cosas, por ser un proceso que parte de demandas explícitas de diversos sectores sociales; por la interdisciplina (es decir, la participación de especialistas pertenecientes a un amplio rango de disciplinas) y por la transdisciplina (el consenso teórico alcanzado no puede ser reducido fácilmente a las partes disciplinarias). El Modo 2 de producción de conocimiento, según Gibbons, es característico de la era de la información.

² Taylor delineó siete elementos principales de la Cibercartografía que son: la cibercartografía involucra todos los sentidos, es decir, es multisensorial; utiliza formatos multimedia y las tecnologías de comunicaciones como el WWW; es altamente interactiva e involucra al usuario de nuevas formas; se aplica a un amplio rango de tópicos de interés para la sociedad; no es un producto aislado como el mapa tradicional, sino parte de un paquete de análisis e información; es compilada por equipos de individuos pertenecientes a diversas disciplinas; y por último, la cibercartografía involucra nuevas alianzas entre la academia, el gobierno, la sociedad civil y el sector privado (Taylor, 2005, 1-13).

Algunos años después, durante el desarrollo y búsqueda de una solución tecnológica para el municipio Tizapán el Alto, en el Estado de Jalisco, México, surgió la necesidad de trascender la visión de la Cibercartografía, desarrollando así las primeras *Soluciones Complejas de Geomática*, las que además de retomar los elementos de la cibercartografía, incorporaron el potencial del análisis espacial mediante la funcionalidad del modelado matemático (Reyes et al., 2006, 7-20). Nuevamente, el equipo de innovación tecnológica de CentroGeo asumió los retos que esta nueva etapa demandaba, integrando diversos modelos para representar la complejidad de ciertos fenómenos, como por ejemplo, la incorporación de modelos matemáticos para visualizar y analizar las trayectorias de huracanes en el Puerto de Acapulco.

Otro momento que marcó el desarrollo de soluciones en Geomática fue la formalización del trabajo empírico realizado a lo largo de los primeros años de CentroGeo. Reyes (2005, 63-97), propone un primer marco teórico conceptual para la Cibercartografía, en el que se establecen como pilares a la Cibernética³, el modelado y la Teoría General de los Sistemas. Los desarrollos tecnológicos posteriores retomaron de manera explícita el marco teórico propuesto por la autora y los ejemplos más representativos son: el *Atlas Cibercartográfico de Trayectorias de Competitividad en el Territorio* y el *Atlas de Vulnerabilidad y Riesgos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*.

Conforme avanzó el proceso del diseño y la elaboración de artefactos que dieran solución a las necesidades de conocimiento geoespacial por parte de diversos sectores de la sociedad, se hizo patente la necesidad de contar con mejores mecanismos de interacción entre los usuarios. Hasta ese momento, las soluciones se centraban principalmente en la interacción entre el usuario y el artefacto en una plataforma aislada; de manera paralela, se daba un proceso presencial entre diversos actores involucrados en el problema en cuestión en donde el contenido del artefacto fungía como referente para generar conversaciones.

³ La acepción actual del término cibernética se debe a Norbert Wiener quien en 1948 la definió como el estudio del control y la comunicación entre el animal y la máquina. (Heylighen y Joslyn, 2001).

En la primera década del presente siglo comenzaron a proliferar en la Web aplicaciones cuyo objetivo era el de facilitar la creatividad, colaboración y acceso a datos entre usuarios y comunidades; en el año 2004 se popularizó el término *Web 2.0* para referirse a este tipo de aplicaciones, en donde algunas de las más típicas incluían (y siguen incluyendo) sitios de redes sociales, wikis y blogs.⁴

La maduración de las tecnologías Web incluyó el desarrollo de protocolos para la descripción, presentación y transmisión de los datos, incluyendo los que involucran una referencia espacial, lo que dio la capacidad de generar mapas dinámicos. Todo esto llevó a que CentroGeo planteara el desarrollo de una línea de investigación en Cibercartografía web —centrada en los mecanismos de comunicación, representación y procesos de generación del conocimiento geoespacial—, así como de otra en GeoWeb que involucra un contexto más amplio como por ejemplo, el desarrollo de infraestructuras de datos geoespaciales.

2. ORIGEN Y DESARROLLO DE LA GEOWEB

El origen de la GeoWeb se encuentra directamente ligado al desarrollo de la Web de la cual forma parte. El concepto central de la Web es el hipertexto, propuesto por Tim Berners-Lee y fue diseñado como una manera de ligar y acceder a información de varios tipos mediante una red de nodos en los cuales el usuario puede navegar a voluntad. El hipertexto es el elemento que brinda acceso a grandes conjuntos de información (reportes, notas, bases de datos, documentación y ayuda en línea) (Berners-Lee y Cailliau, 1990).

Hendler, junto con otros autores, afirman que en una micro escala, la Web es una infraestructura⁵ de lenguajes artificiales y protocolos, es decir, una pieza de ingeniería. Sin embargo, también mencionan que en una macro escala, el comportamiento de la Web es una propiedad

⁴ Tim O'Reilly acuñó el término *Web 2.0* para referirse a esta nueva generación de aplicaciones caracterizadas por el uso de la Web como plataforma; el aprovechamiento de la inteligencia colectiva; la importancia estratégica que representan los datos para las organizaciones; el hecho de que las aplicaciones evolucionan de manera continua; el uso de modelos de programación ligeros; el hecho de que el software no quedara limitado a un solo dispositivo; y, por último, el aprovechamiento de la experiencia de los usuarios (O'Reilly, 2005, 17).

⁵ Una infraestructura queda conformada por el conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera.

que emerge a partir de la interacción de los seres humanos al crear, ligar y utilizar la información (Hendler et al., 2008, 60-69).

En cuanto a la información de carácter geoespacial en la Web, en un principio se limitaba al uso de mapas estáticos y texto. Con el tiempo, la evolución de la tecnología permitió la paulatina incorporación de elementos multimedia y mapas dinámicos. Los datos georeferenciados y geocodificados fueron adquiriendo importancia y es así que en la actualidad, el desarrollo de un sitio Web con contenido geoespacial requiere, por lo general, del uso de datos en formatos apropiados (raster o vectoriales), la utilización de herramientas propias para el acceso y despliegue de esta información (servidores de mapas, software, etc.) y la incorporación de estándares para la comunicación e interoperabilidad de aplicaciones (Mitchell, 2005).

Por lo regular, la manera de tener acceso a fuentes de datos heterogéneas es a través de los llamados *Web Services* (sistemas de software que permiten la interacción entre computadoras remotas). Para los datos geoespaciales se han implementado varios servicios, y son los más comunes los que permiten la obtención de mapas (*Web Map Service*) y elementos y características espaciales (*Web Feature Service*). Para que estos servicios puedan interoperar, es decir, ser utilizados por un amplio rango de sitios, es necesario que se implementen siguiendo estándares. El *Open Geospatial Consortium* (OGC) es el principal organismo encargado de establecer los estándares utilizados para los datos geoespaciales y el *World Wide Web Consortium* (W3C) es el principal organismo encargado de establecer estándares para la Web.

El término *GeoWeb*, también referido como *Geospatial Web*, fue popularizado a raíz de la aparición de los llamados geo-navegadores como *GoogleEarth* o el *WorldWind* (desarrollado por la NASA) en la en la primera década de este siglo. Conceptualmente, el aporte brindó al público en general una metáfora del “planeta”, ofreció a los usuarios una representación visual precisa e hizo posible la navegación de los usuarios entre datos geoespaciales desde una perspectiva de satélite (Scharl, 2007, 3-14).

Desde el punto de vista de la infraestructura, la *GeoWeb* es una colección integrada de servicios Web y datos

relacionados geográficamente que se extiende en múltiples jurisdicciones y regiones. En un sentido amplio, se refiere a una colección global de servicios generales y datos que sustentan el uso de datos geográficos en una amplia gama de aplicaciones de dominio (Lake y Farley, 2007, 15-26).

En la *GeoWeb* también converge la llamada *Web 2.0* en aplicaciones en donde los usuarios colaboran agregando su propia información con contenido geoespacial e interactúan a través de redes sociales, wikis y blogs. Esta corriente se ve plasmada en sitios como *Open Street Maps* (<http://www.openstreetmap.org/>) que es un proyecto colaborativo para crear mapas editables. También los geo-navegadores como *GoogleEarth*, *VirtualEarth* y *ArcGisExplorer* incorporan información producto de la contribución de múltiples usuarios.

Una proporción significativa de la información disponible en la Web contiene referencias directas o indirectas a ubicaciones físicas. Heart y Dolbear (2006, 39-44), así como Janowicz (2010, 25-32) proponen a la dimensión espacial como un medio para reunir una gran cantidad de información heterogénea y conocimiento. Los esfuerzos que se realizan para integrar esta información se enfocan en la Web Semántica, definida como una red semántica de información procesable definida para interpretar los símbolos, y donde se da cuenta del “significado” en el que la conexión lógica de los términos establece interoperabilidad entre los sistemas (Shadbolt, Berners Lee y Hall, 2006, 96). Los datos geoespaciales se integran a través del uso de ontologías, en ellos los grupos e individuos pueden definir los términos y datos que utilizan frecuentemente, así como las relaciones entre estos elementos.

En resumen, podemos observar que el desarrollo de la *GeoWeb* se ha dado gracias a la innovación en aspectos técnicos y conceptuales, en donde el reconocimiento de que la información geoespacial tiene una gran relevancia y características propias lleva al surgimiento de una infraestructura que hace posible el acceso y uso eficiente de esta información. Por otro lado, el público en general, el usuario, puso en marcha su capacidad para colaborar agregando sus propios datos e información, hecho que provocó y sigue haciéndolo, un enorme incremento en la diversidad de las herramientas de software disponibles

para visualizar, manejar y difundir la información geoespacial.

En el siguiente apartado se delimitan algunos elementos que enmarcan a la GeoWeb como un medio ideal para implementar procesos de innovación e investigación en Geo-cibernética, además de describir algunos elementos de importancia para el desarrollo del proyecto de GeoWeb de CentroGeo. Además, en líneas siguientes, se abordará un aspecto importante desde nuestra perspectiva que es la integración de conocimiento geoespacial en una red.

3. GEOCIBERNÉTICA Y GEOWEB

El concepto de Ciberespacio⁶ está directamente ligado a la Web y en términos generales, se refiere a la comunicación mediada por la computadora y las tecnologías de realidad virtual; el Ciberespacio puede ser entendido como un espacio conceptual de interacción humana creado mediante las tecnologías de información y comunicaciones (Dodge y Kitchin, 2001). La enorme proliferación de aplicaciones Web hace que esta sea el modo típico del Ciberespacio.

Hace algunos años, en un testimonio ante miembros de la Cámara de Representantes de Estados Unidos, Tim Berners-Lee, creador de la Web, mencionó en el 2007:

As the Web passes through its first decade of widespread use, we still know surprisingly little about these complex technical and social mechanisms. We have only scratched the surface of what could be realized with deeper scientific investigation into its design, operation and impact on society.

y...

En los últimos años ha surgido la llamada *web science* como un campo interdisciplinario emergente que toma a la Web como su principal objeto de

estudio. Esta ciencia enfrenta retos tanto técnicos como sociales para modelar la Web como un todo y requiere de un enfoque sistémico (Hendler et al., 2008, 60-69).

Los elementos mencionados pueden ser, desde nuestra óptica, estudiados dentro del marco teórico que ofrece la Cibernética, ya que, además de un enfoque sistémico, es una disciplina que pone énfasis en el control y la comunicación tanto entre los sistemas artificiales, diseñados por la ingeniería, como entre los sistemas evolucionados, como es el caso de los individuos y sociedades (Heylighen y Joslyn, 2001).

Una característica de los sistemas cibernéticos es que exhiben un propósito y cuentan con una representación interna (o modelo) del entorno con el cual interactúan. Éste es dinámico y se nutre de a través del aprendizaje conseguido con la retroalimentación que consiste en que el sistema ejerce una acción sobre el entorno y observa los resultados. De esta manera obtiene nueva información que modifica o refuerza, su modelo del mundo.

En el contexto de la Web, el Ciberespacio puede ser entendido desde el marco de la Cibernética como un espacio de interacción que involucra tanto a humanos como a máquinas y en donde la dinámica de retroalimentación les permite alcanzar propósitos específicos.

Reyes y Parás (2010) proponen que la Geocibernética emerge como resultado de una nueva mirada a la interrelación entre la Cibernética y la Geomática. Las autoras muestran a la GeoWeb 2.0 como una línea estratégica de investigación para CentroGeo.

Con respecto a la Geocibernética uno de sus objetos de estudio lo representan los procesos dados en el espacio geográfico en una dinámica cibernética. De aquí se desprenden dos elementos esenciales que son: la retroalimentación y el modelo de conocimiento que determinan la forma en que los sistemas perciben y se comunican con el entorno.

Desde esta perspectiva, la capacidad de ofrecer soluciones a un problema surgido de demandas sociales en el entorno geográfico depende de la adquisición de nuevo

⁶Mitra y Schwartz (2001) mencionan que la noción de ciberespacio parte de una metáfora del espacio real en donde las nociones fundamentales de lugar e identidad están ligadas a una ubicación física; tal es el caso de los términos: "sitio web", "ciberespacio" o "supercarretera de la información". Por otro lado, Dodge y Kitchin (2001) mencionan que el ciberespacio es un elemento que ha coadyuvado en la redefinición de las relaciones espaciales en el "mundo real" entre las personas y los lugares. Esto se manifiesta en diversos aspectos como las nuevas formas de trabajar, en donde a menudo, las personas ya no tienen que transportarse a un lugar específico de trabajo, o bien en las relaciones económicas en donde los negocios y flujos de capital se realizan utilizando las tecnologías de comunicaciones.

conocimiento que se integre al modelo del mundo y al *mapa cognitivo*⁷ de los individuos, de tal forma que los ayude a entender mejor la problemática planteada y su papel en ella.⁸ Por otro lado, está la capacidad de los actores demandantes de ejercer acciones sobre el entorno e incidir en él, hecho que llevará a una retroalimentación a partir de la cual podrá surgir la necesidad de adquirir nuevo conocimiento e información⁹ estableciendo así, un ciclo dinámico e iterativo de generación del conocimiento de manera análoga al planteamiento de Reyes (2005, 63-97) en su modelo de hélice virtual para el caso de la Cibercartografía.

Algunas líneas de investigación en GeoWeb dentro del ámbito de la Geocibernética pueden surgir al intentar responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se ven afectados los procesos de comunicación y generación del conocimiento al ser mediados por el ciberespacio?
- ¿Cómo inciden los procesos mediados en el ciberespacio en el espacio real y viceversa?
- ¿Qué modelos se pueden generar para contar con una retroalimentación humano-máquina más efectiva?
- ¿De qué manera puede integrarse una red de conocimiento que sea dinámica y flexible?

4. EL PROYECTO GEOWEB EN CENTROGEO

En los distintos proyectos realizados en CentroGeo, los procesos de inserción social de nuevo conocimiento e información han estado soportados por soluciones tecnológicas que tienen como objetivo comunicar mensajes a través de información geoespacial y conocimiento modelado desde la perspectiva espacial, es decir, partiendo del papel preponderante que juega el

espacio y las relaciones que en él se presentan para la configuración de un fenómeno determinado.¹⁰

La componente de innovación es sin duda un elemento que ha permitido trascender de manera significativa en el campo de la Geomática y su vinculación con la sociedad, además, de que abre nuevos caminos en la investigación en Geocibernética. La innovación impacta y a la vez, se constituye en un proceso de generación de conocimiento que en el caso de la GeoWeb integra tres perspectivas que son: la tecnológica, la científica y la de vinculación (*figura 1*).

Ésta última es el punto de partida de estos procesos ya que ahí se expresan las demandas sociales de nuevo conocimiento e información espacial. Desde esta perspectiva, los artefactos geocibernéticos son vistos como elementos interactivos que se insertan en un proceso social de generación de conocimiento. La utilización de diversos medios y lenguajes que integran datos, información y conocimiento soportados por los ejes de modelado, conocimiento y comunicación del sistema geoespacial multidimensional de la cibercartografía (Reyes, 2005, 63-97), sustentan el proceso de comunicación y socialización entre artefacto y sociedad como parte de un ciclo de retroalimentación.

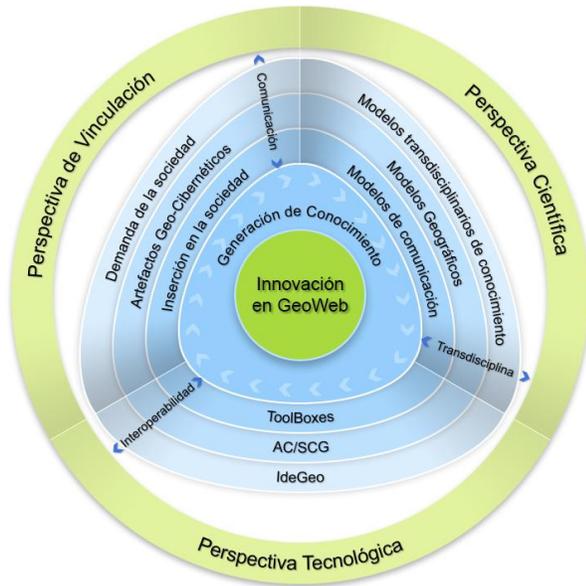
Desde la perspectiva científica se analizan los procesos de creación e integración de modelos de conocimiento apropiados para abordar un problema particular. La complejidad de los problemas abordados hace necesaria la participación de especialistas en diferentes áreas del quehacer humano de tal forma que se integra un marco de conocimiento y modelos transdisciplinarios. Los modelos geográficos son los referentes principales y tienen una doble función como modelos de representación y de comunicación del conocimiento. La perspectiva científica, ha sido el factor central para la innovación y la emergencia de nuevas ideas incorporando una visión holística, colaborativa y transdisciplinaria en donde siempre se parte del diseño y construcción de un marco de conocimiento, como menciona Reyes y Paras en este primer número de la revista.

⁷ *Mapa cognitivo* es el término que refiere al conocimiento con el que cuenta el individuo acerca de las relaciones espaciales y ambientales, también se refiere a los procesos cognitivos asociados con la codificación y retribución de información de la cual se compone. (Kitchin y Blades, 2002:1)

⁸ Este proceso generalmente se maneja en los proyectos en los que ha participado CentroGeo a través de la conversación entre los actores sociales involucrados y la mediación de los artefactos ciber-cartográficos que integran mensajes dirigidos a los usuarios.

⁹ Este proceso es análogo al planteado por Porras (2008) como el proceso de generación del conocimiento en Cibercartografía.

¹⁰ Esta visión corresponde con el concepto de espacio relacional en donde los objetos tienen una fuerte relación entre ellos y el lugar en que se ubican. En el otro extremo está la representación del espacio absoluto que es visto como un contenedor de datos y eventos (Dodge y Kitchin, 2001).



Diseño conceptual: Jesús Trujillo Almeida y Alberto Porras Velázquez

Fig. 1 Enfoque de innovación en GeoWeb

En la perspectiva tecnológica se aborda el estudio y generación de infraestructuras, herramientas de software y artefactos como productos tecnológicos; es la tecnología la que le da soporte a los procesos que se desarrollan en la GeoWeb. La interoperabilidad es la característica que permite integrar desde el punto de vista técnico, a los diferentes componentes de software en un sistema más complejo. Para que los componentes sean interoperables deben seguirse un conjunto de estándares y protocolos consensuados por los principales organismos encargados de la creación de estándares y protocolos como la W3C y la OGC. En este aspecto, el desarrollo de infraestructuras de datos geoespaciales (IDE) permiten una gestión eficiente de los datos; los Artefactos Cibercartográficos (AC) y las Soluciones Complejas de Geomática (SCG) son elementos que desde esta óptica, son analizados como productos tecnológicos que le dan soporte a un espacio conceptual de interacción (Ciberspacio). Por último, existen desarrollos de software que forman parte de los “utensilios” de trabajo para los investigadores (toolboxes) y dan soporte a distintos procesos como pueden ser el análisis y procesamiento de datos. Algunos de los factores en el proceso innovador de CentroGeo están soportados por la integración y desarrollo de las capacidades de geocomputación con las que cuenta el capital humano existente en la institución. Estas capacidades conducen

desde una perspectiva tecnológica a la materialización o implementación de las distintas soluciones de Geomática.

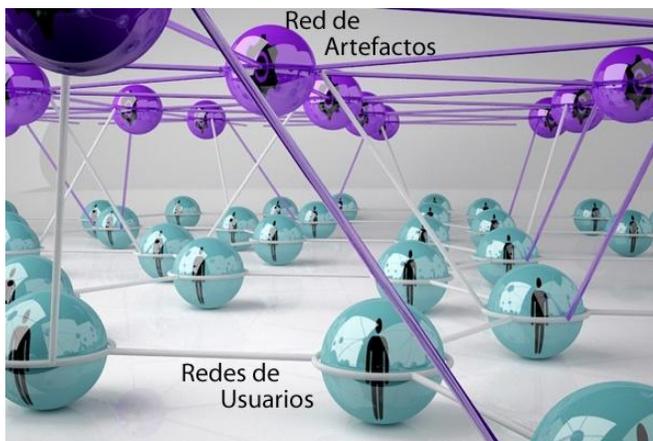
Estas tres aristas no son necesariamente jerárquicas, la relación entre ellas es dinámica y no existen fronteras claramente definidas entre una y otra; sin embargo, podemos resaltar que su integración conduce a un proceso innovador que relacionan el espacio y el ciberespacio (entorno geográfico y web), en donde suceden los ciclos de retroalimentación.

Por su parte, los elementos para la innovación en GeoWeb que observamos en la figura 1, involucran tanto a componentes tecnológicos como sociales, en donde emerge un espacio de interacción y comunicación que favorece la retroalimentación de los modelos de conocimiento entre actores sociales.

El proceso de innovación planteado así está caracterizado por un enfoque “top-down” que parte de la creación de un marco de conocimiento y un modelo transdisciplinario de la realidad y termina en los datos (Reyes y Martínez, 2005, 123-148). Desde nuestro punto de vista, este enfoque en particular para la GeoWeb, es otro de los elementos distintivos en la visión de CentroGeo en contraste con el enfoque “bottom-up”, es decir, que parte de la necesidad de integrar datos y en donde no siempre se incorpora una contextualización explícita de la problemática geoespacial de interés.

En conclusión, la GeoWeb es vista como un espacio de interacción en donde convergen diferentes tipos de actores que brindan elementos para entender y resolver problemáticas desde un enfoque Geomático. Los actores de estas soluciones de Geomática en GeoWeb son redes de usuarios u organizaciones, pero también incluyen *Redes de Artefactos*¹¹. Desde su diseño conceptual, éstas obedecen a un objetivo dirigido, lo que significa que están enfocadas a un dominio y a un contexto que es la problemática territorial en cuestión. (Ver figura. 2).

¹¹ El concepto de *Red de Artefactos* fue planteado inicialmente por la Dra. Carmen Reyes en seminarios de investigación llevados a cabo de manera interna en CentroGeo, donde se planteaba que dada la complejidad de las problemáticas que aborda la Geomática, ya no es suficiente la integración de soluciones en un solo artefacto sino en un conjunto de ellos, en una dinámica de red que se retroalimenta de manera constante.



Diseño conceptual: Carmen Reyes

Fig. 2 Espacio conceptual de interacción para una solución de GeoWeb

4.1 Redes de usuarios y de artefactos

Como se ha mencionado, desde el marco de la Geocibernética la manera de buscar soluciones a un problema determinado por un contexto espacial es a través de la generación de nuevo conocimiento e información que posibiliten nuevas formas de retroalimentación con el entorno. Podemos hablar de la integración de una red de conocimiento a través de un proceso social en donde los distintos actores participantes aportan su propio conocimiento e información y estas “piezas” se integran en una red consensuada que se establece como el marco de conocimiento. En este caso, es importante hacer notar que el sistema en estudio involucra un sistema social y que las soluciones requieren una acción consensuada de los individuos.

La generación de conocimiento es el producto de la orquestación de un conjunto de procesos que se integran bajo un propósito común, es decir, una red. Cada uno de ellos tiene asignada una tarea particular; por ejemplo, los dirigidos a obtener y analizar datos, y los encargados de integrar la información y socializar el conocimiento.

Finalmente, esta red se sustenta en dos elementos fundamentales. Primero, requiere de la participación de un conjunto de actores que abarcan desde aquellos que directamente forman parte de la problemática original, hasta los especialistas y los tomadores de decisiones; y en segundo, los procesos requieren de un conjunto de artefactos que puedan realizar tareas específicas como organizar, procesar y presentar la información; actores y artefactos se conjuntan en una misma red.

En términos generales, este modelo se adapta a lo que ha constituido la visión de CentroGeo en cuanto a la implementación de soluciones, por lo menos en cuanto a las redes de conocimiento, de procesos y de actores. En lo referente a la red de artefactos podemos conceptualizar un artefacto geo-cibernético como un sistema o un artefacto compuesto de sub-artefactos integrados en un marco de conocimiento, sin embargo, en su materialización como fue en el caso de los Atlas Cibercartográficos o soluciones complejas de Geomática los artefactos han sido por lo regular constructos aislados y monolíticos.

La GeoWeb tiene una ventaja sobre el planteamiento tradicional de artefacto y es que puede dar soporte al ciberespacio como un medio en el que se pueden implementar distintos procesos, además de que pueden romper las barreras que imponen la distancia y el tiempo. En GeoWeb el proceso de generación de conocimiento no queda restringido a utilizar un sólo artefacto como referente, sino que podemos hablar de la implementación de soluciones a través de una red de artefactos y usuarios¹² ligados a través del Ciberespacio.

El espacio conceptual de interacción para una solución de GeoWeb está visualizado como un subconjunto del ciberespacio en donde usuarios y artefactos se involucran en un proceso de comunicación. Desde esta perspectiva, cada uno de ellos puede ser visto como emisor y receptor de mensajes geoespaciales, ya sea mediante la interacción con un nodo materializado en un artefacto o con un nodo caracterizado por otro usuario. La interoperabilidad entre los artefactos, como se mencionó en los casos de los datos geoespaciales, sigue normas y protocolos (como los de la OGC). La interacción entre humanos se da a través de canales de comunicación (chats, videoconferencias, etc.); la interacción entre artefactos y humanos queda determinada por el uso, sin embargo, hay un enorme campo de investigación para el estudio y desarrollo de esta interactividad.¹³

¹² Aquí utilizamos el término *red de usuarios* en lugar de *red de actores* para resaltar el hecho de que en Geoweb los artefactos sólo adquieren sentido y propósito cuando son utilizados, es decir, los artefactos son en referencia a los usuarios, por otro lado, no necesariamente todos los actores interactúan a través del ciberespacio.

¹³ Por ejemplo, la Web semántica trata de establecer mecanismos que logren una mejor comprensión por parte de las máquinas de las búsquedas que desean hacer los usuarios.

El modelo de red de artefactos y usuarios va más de acuerdo con una visión dinámica del conocimiento ya que éste emerge a partir de la interacción y no queda atado a un elemento particular del sistema. Las demandas de nueva información y conocimiento tendrán un impacto en la configuración de la red de artefactos y usuarios ya sea incorporando en la red nodos que realicen nuevas funciones, o modificando el comportamiento de algunos nodos o cambiando la relación entre ellos. 14 Las redes de conocimiento y de procesos emergen a partir de configuraciones específicas de las redes de usuarios y artefactos.

Desde la óptica que contempla el carácter social de la GeoWeb junto con los procesos de interoperabilidad tecnológica, se conceptualizan y desarrollan las soluciones en Geomática, que se observan como un conjunto de nodos de tipo artefacto y tipo usuario, (que puede ser un individuo u organización).

4.2 Espacios de interacción en GeoWeb

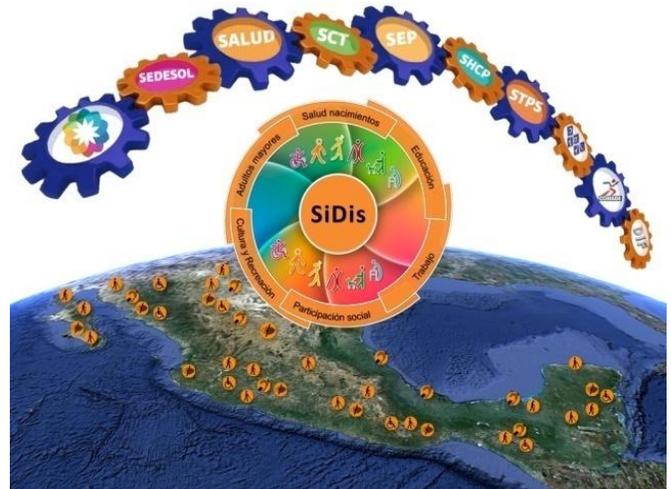
En este apartado se explican dos proyectos planteados por CentroGeo para ser implementados en la GeoWeb y que ejemplifican los distintos tipos de espacio de interacción y rumbos que pueden tomar sus líneas de investigación.

Un primer ejemplo lo constituye el diseño de la Solución Geomática preparada para el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (CONADIS). Este proyecto tiene como objetivo generar un espacio de conocimiento e información sobre dicha temática, brindando servicios a diferentes perfiles de usuarios, como son personas con algún tipo de discapacidad (PcD), actores de la sociedad civil, organizaciones no gubernamentales (ONG's) y los hacedores de política pública, tratado desde una perspectiva territorial que permita responder preguntas como: ¿dónde está el centro de rehabilitación más cercano?, ¿cómo llegar de manera más fácil a estos sitios o a un centro de recreación?, ¿Cuál es la ruta a un lugar que ofrece menos obstáculos si la recorro en silla de ruedas?, entre otras.

¹⁴ Desde el punto de vista del diseño de software esta visión tiene algunos paralelismos con el concepto de *Software as a Service* en donde las aplicaciones Web se conforman mediante un conjunto de servicios integrados.

El diseño de esta solución de GeoWeb contempla que los hacedores de política pública puedan a su vez, conocer en dónde se encuentran las personas que tienen alguna discapacidad y cuáles son sus necesidades, esto con el fin de poder diseñar de una mejor forma las políticas públicas enfocadas a las PcD referentes a los sistemas de Salud, el Educativo y Laboral.

El proyecto parte de un modelo de conocimiento en donde la discapacidad es vista como un producto de la relación de las personas con su entorno. El espacio circundante es un elemento discapacitante en el sentido de que es ahí en donde operan los factores que pueden hacer que una persona no pueda ejercer determinada función. Por ejemplo, una persona inválida puede ser discapacitada por el entorno circundante en la medida en que éste le presente obstáculos para desplazarse, de lo contrario no hay discapacidad, ya que la persona puede estar integrada a la sociedad. El proyecto contempla el seguimiento del ciclo de vida de las PcD, la interoperabilidad institucional y la interacción social. (Ver figura 3).



Diseño conceptual: Jesús Trujillo Almeida

Fig 3. Enfoque territorial e interoperabilidad del SiDis

Otro avance relevante en el proyecto de GeoWeb de CentroGeo es la implementación tecnológica del método (Strabo) propuesta por Wayne Luscombe en su tesis de doctorado y que es la versión geográfica del método *Delphi*. López (2011) menciona que:

[...] la metodología *Delphi* es un proceso estructurado para la recopilación y exposición de los conocimientos de un grupo de expertos, mediante una serie de

preguntas intercaladas con comentarios de opinión controlados.

Reyes (2012) menciona que los aportes de López contribuyen a la fundamentación teórica de esta metodología basada en algunos principios de complejidad y teorías del caos, pero de igual manera, desde la innovación tecnológica en GeoWeb, el desarrollo del método Strabo brinda la oportunidad de plantear preguntas sobre los procesos de interacción de grupos de expertos en entornos tanto sincrónicos como asincrónicos. En este sentido, la GeoWeb es un entorno de aprendizaje y experimentación; por ejemplo, para la implementación del método Strabo, la Web provee mecanismos que pueden minimizar el sesgo en la opinión de los expertos causado por la interacción directa y presencial entre los mismos.

5. RETOS DE LA GEOWEB

Actualmente, la GeoWeb es utilizada como una plataforma que permite insertar los aportes de CentroGeo hacia sectores de la sociedad. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que estas soluciones deben ser capaces de responder al potencial tecnológico y social que requiere la Geocibernética.

En los últimos años, CentroGeo registra avances en este campo. Sus investigadores han acumulado conocimiento empírico y parte de ese conocimiento se ha formalizado como es el caso del marco teórico y la metodología de diseño planteados por Reyes (2005, 63-97). Sin embargo, aún quedan muchos retos por enfrentar. Aún falta la creación de mecanismos de retroalimentación explícitos entre redes de artefactos y redes de usuarios que construyan empatías y sincronías además de mecanismos que faciliten el intercambio de conocimiento tanto tácito como explícito.

Una de las hipótesis planteadas por Trujillo (2008) menciona la posibilidad de que una parte muy importante del éxito en el proceso de inserción de los artefactos cibercartográficos en contextos sociales depende de la existencia de una persona que conozca los alcances, comportamiento del artefacto y que funja como mediador (narrador) entre el artefacto y los usuarios. Ahora bien, con los avances tecnológicos y la complejidad de las redes de artefactos, ¿cómo impactará esto al proceso de

generación de conocimiento y a la adopción de las posibles soluciones tecnológicas en GeoWeb?

Otro de los aspectos tanto tecnológicos como conceptuales surge de la necesidad de contar con mecanismos lo suficientemente explícitos que permitan evaluar de manera tanto cuantitativa como cualitativa el grado de inserción de una solución de Geomática sobre la plataforma de GeoWeb. Se puede argumentar que a diferencia de las soluciones cibercartográficas en plataformas aisladas, en las soluciones de GeoWeb se facilita el seguimiento y diseminación desde un punto de vista tecnológico, pero aún no están claros los mecanismos para evaluar el impacto y el grado de inserción de una solución dentro de los procesos sociales que las soluciones en Geomática comprenden. Una de las posibilidades que se vislumbran es la incorporación del análisis de redes sociales para modelar, visualizar y medir las relaciones y flujos entre los diferentes actores y/o comunidades usuarias de nuestras soluciones en GeoWeb. Parás (2008), menciona que la Geocibernética es un aporte para la generación de conocimiento transdisciplinario que permite trascender el foco de atención de los datos, información e inclusive disciplinas y concentrarse en la complejidad de la problemática geoespacial para proponer una solución que integre el espacio físico, social y cultural desde la perspectiva de modelado que provee la Geomática. Esta visión va más allá del modelo de representación de los artefactos Cibercartográficos hacia lo que ya conocemos como soluciones o artefactos geocibernéticos.

Existen también algunos retos de importancia estructural que son la organización e integración de grandes volúmenes de información. En los proyectos de CentroGeo la integración de mensajes e información en los artefactos ha sido labor de un conjunto de especialistas. Sin embargo, si se propone una GeoWeb que evoluciona constantemente, la tarea de organizar e integrar recursos requerirá de automatizarse. De hecho, es pertinente plantear la pregunta de si es posible integrar una GeoWeb a partir de la conjunción de artefactos geocibernéticos o cada artefacto constituye una GeoWeb aislada.

La Web semántica y el desarrollo de ontologías tratan de brindar solución a estos problemas y se constituyen en dos de las principales vías de desarrollo de la Web en lo general y la GeoWeb en lo particular. Mediante la Web semántica

se pretende que, a través del uso de ontologías y el uso de motores de inferencia, se obtengan resultados de búsquedas más “significativos” desde el punto de vista humano. Sin embargo, aun existen grandes problemas que resolver para que estas tecnologías □ u otras que surjan □ logren exitosamente sus objetivos. La Web semántica es criticada por diversos autores por no ser realmente “semántica”, sino sintáctica (Donato, 2010, 528-544) y porque carece de mecanismos que emulen la cognición humana (Raubal y Adams, 2010, 69–74).

6. COMENTARIOS FINALES

Como se ha visto, la GeoWeb se constituye en una plataforma idónea para la implementación de procesos que pueden ser abordados desde el enfoque de la Geocibernética. En este aspecto, la GeoWeb se conforma además por un conjunto de tecnologías y de un espacio conceptual, a través del cual los individuos y las comunidades de usuarios pueden interactuar y en donde la representación o “metáfora” del espacio geográfico, tiene un papel preponderante. La GeoWeb amplía las maneras en que los sistemas sociales pueden interactuar y retroalimentarse.

La innovación surge por lo general, como la consecuencia de una necesidad no resuelta planteada por un grupo social. En la GeoWeb aparecen de manera constante elementos innovadores, producto de las necesidades de organizar, distribuir, procesar e integrar la información geoespacial.

Bissell y Dillon, (2000, 3-11) mencionan que el modelado no es un proceso algorítmico, sino más bien un proceso subjetivo que se sustenta en el conocimiento tácito único para una disciplina dada. A menudo los investigadores de CentroGeo se confrontan con esta idea. Aquí, como uno de sus logros, han integrado diversos artefactos en dinámicas sociales en un proceso que en buena medida, se debe al conocimiento tácito. Sin embargo, es necesario tratar de explicitar y formalizar parte de ese conocimiento. Hasta ahora, se han logrado avances significativos en la creación de un marco conceptual para el estudio de estos procesos y se incorporaron aspectos tanto implícitos como explícitos del conocimiento.

En lo particular, el proyecto de GeoWeb es importante para CentroGeo debido a que a partir de la innovación, se

han podido identificar nuevas líneas de investigación en Geocibernética. De hecho, ésta surge originalmente como una propuesta de línea de investigación en Geomática; la propuesta fue producto del trabajo empírico realizado en CentroGeo y otras instituciones (Reyes, *et al.*, 2006, 7-20). Es así que estas líneas de investigación surgen como una necesidad de explicitar y formalizar el conocimiento individual y organizacional acumulado a lo largo de los años.

El desarrollo del proyecto de GeoWeb como una red de conocimiento geoespacial implica distintos retos a futuro. No existe un acuerdo universal respecto al significado del concepto de conocimiento, pero varios autores importantes en el área de *Gestión del Conocimiento* mencionan algunos elementos relevantes en la actualidad y que refieren a que el conocimiento es contextual, dinámico, ligado al accionar, que incluye tanto aspectos tácitos como explícitos y que involucra tanto la dimensión social como la individual (Little y Ray, 2005, 107-125).

En el contexto de la Web Semántica el conocimiento suele tener una connotación diferente refiriéndose básicamente a representaciones de conocimiento explícito como son: metadatos, contenido extraído de sitios y directorios Web, datos extraídos de documentos de texto mediante herramientas semi-automatizadas, etc. (López, 2006, 12-14).

Por otro lado, las soluciones implementadas en distintos artefactos creados en CentroGeo responden a un marco de conocimiento a partir del cual se busca “conocer” una problemática determinada en un contexto específico y a partir de ahí, se integra la información necesaria para transmitir mensajes. Este proceso lo lleva a cabo el equipo de investigadores y es en buena medida, un proceso tácito. Esta forma de estructurar las soluciones obedece a una lógica “top-down”.

7. CONCLUSIONES

Podemos concluir que la corriente predominante en GeoWeb se dirige hacia una red de conocimiento geoespacial, las rutas que se navegan y exploran para llegar a este lugar son distintas. En el presente artículo se planteó una red de conocimiento sustentada en una red de procesos que se implementan a su vez, a partir de una red de usuarios y artefactos. Una de las primeras preguntas

que surge es ¿cuál es el impacto de de los procesos mediados por el ciberespacio en el espacio geográfico?

En nuestra opinión la GeoWeb ya como una red articulada de conocimiento geoespacial debe ser capaz de evolucionar, proveer medios de representación del conocimiento y canales de retroalimentación mediante los cuales se pueda generar tanto conocimiento tácito como explícito. De acuerdo con esta visión, la interacción humano-humano predominará en este tipo de red. Además, existen esfuerzos promisorios que llevarán al humano y a la “máquina” a una interacción más “significativa”.

INFORMACION DEL AUTOR

Jesús Trujillo Almeida es Maestro en Geomática (2008) por el Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo” A.C. e investigador en el mismo centro. Es el responsable de la implementación tecnológica de diversas soluciones complejas de Geomática en CentroGeo. Sus líneas de investigación son la Geovisualización, Geocibernética y Cibercartografía, así como la GeoWeb.

E-mail jtrujillo@centrogeo.org.mx

Alberto Porras Velázquez es Ingeniero en Sistemas Computacionales, (2005) por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de México y Maestro en Geomática (2008) por el Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo” A.C. en donde labora como investigador y docente desde esa fecha. Sus líneas de investigación son la Cibercartografía, GeoWeb y análisis espacial.

E-mail aporras@centrogeo.org.mx,

REFERENCIAS

- Berners-Lee, Tim y Cailliau, Robert. 1990. The World Wide Web Consortium (W3C). *World Wide Web: Proposal for a HyperTextProject*. <http://www.w3.org/Proposal.html> (última visita Enero 1, 2012)
- Berners-Lee, Tim. 2007. *Hearing on the "Digital Future of the United States: Part I – The Future of the World Wide Web"*. Testimony of Sir Timothy Berners-Lee CSAIL Decentralized Information Group Massachusetts Institute of Technology Before the United States House of Representatives Committee on Energy and Commerce Subcommittee on Telecommunications and the Internet. <http://dig.csail.mit.edu/2007/03/01-ushouse-future-of-the-web> (última visita Enero 01, 2012)
- Biseell, Chris y Dillon, Chris. 2000, Telling tales: Models, stories and meanings. *For the Learning of Mathematics* Vol. 20, No. 3: 3-11.
- Dodge, Martin y Kitchin, Rob. 2001. *Mapping Cyberspace*. Londres/Nueva York: Routledge.
- Donato, Pascuale. (2010), Geospatial Semantics: A Critical Review., in David Taniar; Osvaldo Gervasi; Beniamino Murgante; Eric Pardede & Bernady O. Aduhan, ed., ICCSA (1): (Lecture Notes in Computer Science), Springer, 6016:528-544.
- Gibbons Michael, Limoges Camille, Nowotny Helga, Schwartzman Simon, Scott Peter, Trow Martin. 1994. *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: SAGE Publications.
- Heart Glen y Dolbear Catherine. 2007. *What's Special about Spatial? The Geospatial Web: How Geobrowsers and the Web 2.0 are Shaping the Network Societ*, ed. Scharl Arno y Tochtermann Klaus. 39-44. Londres: Springer.
- Hendler, James, Shadbolt, Nigel, Hall, Wendy, Berners-Lee, Tim, y Weitzner, Daniel. 2008. *Web Science: An interdisciplinary approach to understanding the Web*. *Communications of the ACM*, July 51(7): 60-69.
- Heylighen, Francis y Joslyn, Cliff. 2001. “Cybernetics and Second-Order Cybernetics.” *Enciclopedia of Physical Science & Technology*. ed. R.A. Meyers Nueva York: Academia Press.
- Janowicz, Krzysztof. 2010. The role of space and time for knowledge organization on the semantic web. *Semantic Web Journal*, Vol. 1, No. 1-2:25-32. http://geog.ucsb.edu/~jano/stko_swj2010.pdf (última visita 01 Octubre, 2012)
- Lake Ron y Farley Jim. 2007. “Infrastructure for the Geospatial Web”. En *The Geospatial Web: How Geobrowsers and the Web 2.0 are Shaping the Network Societ*, ed. Scharl Arno y Tochtermann Klaus. 15-26. Londres: Springer.
- López Xavier. 2006. *The Geospatial Semantic Grid: making the delivery of creative services pervasive across the web*.

- Association for Geographic Information. AGI2006. A02.2, September 12-14.
- López, Fernando. 2011. Un Aporte Teórico: El Prototipo Geomático. Tesis de Doctorado en Geomática, México, Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.”
 - Mitchell Tyler. 2005. *Web Mapping Illustrated: Using Open Source GIS Toolkits*. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, Inc.
 - Mitra, Ananda y Schwartz, Rae-Lynn. 2001. From Cyber Space to Cybernetic Space: Rethinking the Relationship between Real and Virtual Spaces. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 7(1), October, <http://jcmc.indiana.edu/vol7/issue1/mitra.html> (última visita 02 Enero, 2012).
 - O’Reilly, Tim. 2007. What is Web 2.0. Design patterns and business models for the next generation of software. *Communications & Strategies*, No. 1:17, FirstQuarter 2007. <http://ssrn.com/abstract=1008839> (última visita, agosto 16, 2012)
 - Parás, Margarita. 2008. Aportes al desarrollo científico en Geomática: un enfoque de conocimiento transdisciplinario. Tesis de Doctorado en Geomática, México, Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo A.C.” (CentroGeo).
 - Porras, Alberto. 2008. Cibercartografía en la Web: Conocimiento, representación y comunicación. Tesis para obtener el grado de maestro en Geomática, México, Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo A.C.” (CentroGeo).
 - Raubal, Martin y Adams, Benjamin. 2010. The semantic web needs more cognition. *Semantic Web Journal*, Vol 1, No. 1-2: 69-74. http://www.semantic-web-Journal.net/sites/default/files/swj37_0.pdf (última visita 02 Agosto, 2012)
 - Reyes, Carmen y Martínez, Elvia. 2005. Chapter 6 - Technology and Culture in Cybercartography. In *Cybercartography: Theory and Practice*, Vol. 4 in Modern Cartography Series. ed. D.R.Fraser Taylor, 123-148. Amsterdam: Elsevier B.V.
 - Reyes, Carmen y Martínez, Elvia. 2005. *Web-Cybercartography*, Documento interno de trabajo, México, CentroGeo
 - Reyes, Carmen y Parás, Margarita. 2010. Geocybernetics and Science 2.0. Presentado en el International Symposium on Science 2.0 and Expansion of Science: S2ES. The 14th World-Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics: WMSCI 2010, Julio 29- Julio 2 en Orlando, Florida.
 - Reyes, Carmen, Taylor, D.R. Fraser, Martínez, Elvia and Lopez, Fernando. 2006. “Geocybernetics: A new Avenue of Research in Geomatics?” *Cartographica: The International Journal of Geographic Information and Geovisualization* 41(1):7-20.
 - Reyes, Carmen. 2005. Chapter 4 – Cybercartography from a Modelling Perspective. In *Cybercartography: Theory and Practice*, Vol. 4 in Modern Cartography Series. ed. D.R.Fraser Taylor, 63-97. Amsterdam: Elsevier B.V.
 - Scharl Arno. 2007. “Towards the Geospatial Web: Media Platforms for Managing Geotagged Knowledge Repositories”. En *The Geospatial Web: How Geobrowsers and the Web 2.0 are Shaping the Network Society*, ed. Scharl Arno y Tochtermann Klaus. 03-14. Londres: Springer.
 - Shadbolt, Nigel, Berners-Lee, Tim y Hall, Wendy. 2006. The Semantic Web Revisited. *IEEE Intelligent Systems*, 21(3):96-101.
 - Taylor, F.D.R. 2005. (Ed.) *Cybercartography: Theory and Practice*. Vol. 4 in Modern Cartography Series. Amsterdam: Elsevier B.V.
 - Taylor, Fraser, Reyes Carmen y Alviar Martha Lucia. 2001. Capacity Building for Cybercartography: The Cybercartography for the America Project. Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Mapping the 21st Century Beijing, China
 - Trujillo, Jesús. 2008, *Cibercartografía Web: Hacia la construcción de un Modelo Colaborativo de Conocimiento Cibercartográfico*. Tesis para obtener el grado de maestro en Geomática, México, Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo, A.C.” .
 - Tsoukas, Haridimos. 2005. “Do we Really Understand Tacit Knowledge?” in *Managing knowledge. An essential reader*, eds. Little Stephen y Ray Tim, 107-125. London: The Open University/SAGE Publications.