

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GEOGRAFÍA Y
GEOMÁTICA <<ING. JORGE L. TAMAYO>>, A.C.
CentroGeo**

Centro Público de Investigación CONACYT

**CIBERCARTOGRAFÍA EN LA WEB: CONOCIMIENTO,
REPRESENTACIÓN Y COMUNICACIÓN.**

TESIS

Que para obtener el grado de Maestro en Geomática

Presenta

ALBERTO PORRAS VELÁZQUEZ

Supervisor Principal:
Carmen Reyes Guerrero, PhD
Comité Supervisor:
Elvia Martínez Viveros, PhD

Examinador Externo:
Amilcar Morales Gamas, M.C.

México, D.F., Octubre 2008

Resumen

El tema principal de esta tesis es la cibercartografía y la Web como un medio para coadyuvar en los procesos de generación y transferencia de conocimiento geoespacial.

La cibercartografía busca dar solución a las demandas de conocimiento e información provenientes de diversos grupos sociales y que surgen de una problemática de tipo geoespacial. El conocimiento e información ayudan a los grupos e individuos demandantes a comprender de una nueva manera cuál es la relación con su entorno y a plantear nuevas formas de actuar que les permitan alcanzar sus metas.

Las preguntas que conducen la investigación son: ¿Qué entendemos por conocimiento cibercartográfico? ¿Cuáles son las características de la Web? ¿Cuáles son las ventajas de implementar los artefactos cibercartográficos en este medio?

Para responder a estas preguntas se dividieron los temas en tres ejes interrelacionados: el conocimiento, la comunicación y la representación del conocimiento. La investigación consiste en una revisión y en un análisis de obras de carácter teórico y técnico sobre los temas planteados en estos ejes.

El marco teórico (capítulos 1 y 2) tiene el fin de contextualizar a la cibercartografía dentro de la *era de la información*, en donde el desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones ha impactado en los procesos de manejo y producción de datos e información. Dentro de este contexto también se cuenta con un nuevo esquema de creación del conocimiento caracterizado por la interdisciplinariedad, transdisciplinariedad, heterogeneidad y por ser un conocimiento surgido a partir de demandas sociales. El enfoque planteado por el CentroGeo tiene como marco teórico la teoría general de los sistemas, la cibernética y el modelado (Capítulo 1). Posteriormente, se aborda el problema de la definición y dimensiones del conocimiento desde la visión de la gestión del conocimiento y la cibernética, el conocimiento espacial y por último, el conocimiento cibercartográfico representado en modelos que se prueban, construyen y modifican a través de la retroalimentación con el entorno (Capítulo 2).

La segunda parte de la tesis (capítulos 3,4 y 5) se enfoca en la comunicación y representación del conocimiento tanto en su carácter teórico como técnico (implementación en la Web). En el capítulo 3 se define qué es la Web y los distintos tipos de aplicaciones que se montan en ella, incluyendo aplicaciones con contenido geoespacial. El capítulo 4 trata de los lenguajes que se utilizan en la comunicación entre humanos, así como entre humanos y máquinas desde un enfoque teórico (basado en principalmente en la cibernética). En el apéndice se aborda el tema de la comunicación en la Web desde una perspectiva técnica (los lenguajes de transmisión de datos en la Web). El capítulo 5 trata sobre la representación del conocimiento en la Web y en la cibercartografía; en este contexto se hace una distinción entre los significantes (representaciones) y los significados que comunican. En el capítulo 6 expresan las conclusiones generales sobre la cibercartografía en la Web y las ventajas que presenta para acompañar el proceso de generación de conocimiento. Finalmente, en el capítulo 7 se da una visión a futuro y algunas líneas de investigación para la cibercartografía en la Web.

Algunas conclusiones son:

La cibercartografía puede ser vista como un proceso, más que como un producto. El conocimiento generado es dinámico y puede ser enriquecido y/o modificado a través un ciclo reiterativo.

Desde la perspectiva de la cibercartografía el conocimiento está integrado en toda la dimensión del quehacer humano y brinda una nueva mirada sobre la problemática percibida, posibilitando nuevas formas en que las personas se pueden retroalimentar con el entorno que los rodea; esta retroalimentación a su vez sirve para probar el conocimiento adquirido y, de ser necesario, modificar aquellos supuestos que no se ajusten a la situación percibida.

A diferencia de algunos enfoques en donde el conocimiento suele ser fragmentado y tipificado, la epistemología de la cibernética de segundo orden nos da un acercamiento integral en un proceso que ayuda a establecer la relación entre todos los elementos que participan en la construcción y transferencia del conocimiento.

La cibercartografía utiliza múltiples lenguajes en distintos niveles, lo cual condiciona la interacción entre las personas y entre las personas y los artefactos cibercartográficos.

Una parte importante en el proceso de la cibercartografía radica en la construcción de un marco de significados por parte de personas que pertenecen a los distintos grupos y disciplinas que participan en la construcción de una solución; esto también implica el establecimiento de los presupuestos en los cuales se fundamenta la generación de conocimiento.

El modelo de conocimiento es el principal referente en un artefacto; enmarca los significados que se quieren transmitir, brinda una nueva visión de las problemáticas planteadas en un contexto determinado y es incentivo para la generación de conocimiento y nuevas prácticas.

Por último se plantean dos hipótesis concernientes a las ventajas de cibercartografía en la Web sobre la cibercartografía en medios aislados. Por un lado, se tiene la posibilidad de contar con un ciclo de desarrollo y producción dinámico que permite acompañar de mejor manera el proceso de la cibercartografía; una segunda hipótesis establece que la cibercartografía en la Web tiene el potencial de establecer nuevos canales de comunicación entre los usuarios.

A mis padres, María de Lourdes y Pedro,
Con todo mi amor y agradecimiento.

Reconocimientos

En primer lugar quiero expresar mi profundo agradecimiento a la doctora Carmen Reyes por sus valiosas enseñanzas, por el apoyo que me ha brindado desde que ingresé al CentroGeo, así como por la confianza que ha depositado en mi trabajo.

A la doctora Elvia Martínez por compartir conmigo su amplio conocimiento de la cibernética, por la cuidadosa lectura que hizo de mi tesis y por sus pertinentes observaciones para mejorarla.

Al maestro Amilcar Morales, quien amablemente aceptó ser lector de mi tesis.

Al doctor Darío Rojas con quien inicié mi trabajo en el CentroGeo.

A Jesús Trujillo por compartir conmigo largas pláticas sobre cibercartografía que me ayudaron a encontrar un camino para mi trabajo de tesis.

A Martha Juárez, a José Manuel Madrigal, a Cecilia Gutiérrez y, en general, a todos aquellos que con su trabajo diario han logrado construir y consolidar el CentroGeo.

Tabla de contenido

Resumen	ii
Reconocimientos	vi
Tabla de contenido	vii
Lista de figuras	ix
Introducción	1
Parte I Marco Teórico	3
Capítulo 1. La Ciber cartografía	4
1.1. Orígenes de la ciber cartografía	4
1.1.1 La era de la información	4
1.1.1 Ciber cartografía. Un nuevo paradigma de la cartografía.	5
1.1.2.1 Paradigmas	6
1.1.2.2 Nuevas formas de producción del conocimiento	6
1.2 Marco teórico.	9
1.2.1 La ciber cartografía desde la perspectiva del CentroGeo	9
1.2.2 Teoría general de los sistemas	9
1.2.3 Cibernética	12
1.2.4 Modelado	16
1.3 Metodología para la creación de los productos ciber cartográficos y los ejes de la ciber cartografía.	18
Capítulo 2. Acercamientos al conocimiento y al conocimiento ciber cartográfico	21
2.1 El conocimiento y la gestión del conocimiento.	21
2.1.1 Gestión del conocimiento.	21
2.1.2 Definiciones de conocimiento.	22
2.1.3 Tipos y dimensiones de conocimiento.	25
2.2 Constructivismo.	30
2.3 Conocimiento espacial.	35
2.3.1 Mapas cognitivos.	35
2.3.2 Modelos de mapas cognitivos.	36
2.3.3 Conocimiento espacial de 1er orden.	42
2.3.4 Conocimiento espacial de segundo orden.	44
2.4 Hacia la construcción del conocimiento ciber cartográfico.	46
2.4.1 La ciber cartografía como un proceso.	46
2.4.2 Construcción de significados en la ciber cartografía.	47
2.4.3 Conocimiento en ciber cartografía y mapas cognitivos.	49
2.2.4 Conocimiento en ciber cartografía y práctica.	50
2.2.5 Tipos de retroalimentación en el proceso de la ciber cartografía.	50
2.4.6 Generación de nuevo conocimiento.	51
2.4.7 Conocimiento tácito en ciber cartografía.	52
2.4.8 El atlas ciber cartográfico del lago de Chapala.	53

Parte II Cibercartografía en la Web	56
Capítulo 3. La Web	57
3.1 Origen y desarrollo de la Web	57
3.2 Aplicaciones geoespaciales en la Web	59
3.2.1 Ejemplos de aplicaciones geoespaciales	62
3.2.1.1 Aplicaciones geoespaciales sociales	66
3.3 El ciberespacio	67
Capítulo 4. Comunicación en cibercartografía	71
4.1 Comunicación y lenguaje	71
4.2 Comunicación desde la perspectiva cibernética	72
4.3 Lenguajes de comunicación del conocimiento cibercartográfico	74
4.4 Lenguajes y niveles de significado en la cibercartografía	77
Capitulo 5. Representación del conocimiento cibercartográfico en la Web	78
5.1 Significante y significado	78
5.2 Modelos y significado del espacio en las aplicaciones Web	79
5.3 La importancia del modelo de conocimiento y los modelos de representación en cibercartografía	83
5.4 Esquemas de representación de conocimiento e información en la Web	84
5.4.1 La Web Semántica	85
5.4.2 Cómputo en Malla	87
5.4.3 La Web Geoespacial	90
5.4.4 Representación del conocimiento cibercartográfico en la Web	91
5.4.5 Narrativas, una forma de transmitir significados	93
Capítulo 6. Conclusiones. Hacia la cibercartografía en la Web	95
Capitulo 7. Visión a futuro y algunas líneas de investigación en cibercartografía	99
7.1 El artefacto cibercartográfico	99
7.1.1 Representación del conocimiento en los artefactos cibercartográficos	99
7.1.2 Comunicación en los artefactos cibercartográficos	99
7.1.2.1 Comunicación humano-máquina	100
7.1.2.2 Comunicación máquina-máquina	100
7.1.2.3 Comunicación humano-humano	100
7.2 Ventajas de la cibercartografía Web	102
7.2.1 Proyectos de mayor escala	102
7.2.2 Capacidad de evolución de las aplicaciones Web	103
7.2.2 Control y desarrollo de métricas	103
7.2.3 Incorporación de datos e información de la Web	104
7.3 Aspectos a considerar en la cibercartografía Web	104
Apéndice. La Web desde el punto de vista estructural, lenguajes de comunicación de la Web y los lenguajes de comunicación geoespaciales	105
Bibliografía	112

Lista de figuras

Figura 1.2 Ilustración. Interacción de un sistema cibernético con su entorno...	16
Figura 2.1 Ilustración. Proceso de clasificación de la forma y descripción del proceso según Bateson.....	34
Figura 2.2 Ilustración. Modelo cognitivo de procesamiento de la información...	38
Figura 2.3 Ilustración. Modelo de redes neuronales.....	39
Figura 2.4 Ilustración. Cuatro formas de interacción entre el humano y su entorno...	41
Figura 2.5 Ilustración. Modelo transaccional de Aitken y Bjorklund... ..	42
Figura 2.6 Ilustración. Fuentes de información para los mapas cognitivos.....	45
Figura 2.7 Ilustración. Hélice virtual.....	47
Figura 2.8 Ilustración. Tipos de retroalimentación en el proceso de la cibercartografía...	52
Figura 2.9 Ilustración. Conocimiento tácito y explícito en un mapa cognitivo...	54
Figura 3.1 Ilustración. La petición de mapas en una aplicación Web...	60
Figura 3.2 Imagen que muestra el uso de herramientas para conocer la procedencia de los visitantes de un sitio web...	63
Figura 3.3 Imagen que muestra la aplicación mapdango...	64
Figura 3.4 Imagen. Uso de mapas con datos en tiempo real para la ubicación de trenes...	64
Figura 3.5 Imagen del London Profiler que muestra un mapa temático de la población con altos estudios en Londres...	65
Figura 3.6 Imagen de wikimapia...	67
Figura 3.7 Imagen del marco de trabajo Nunaliit...	68
Figura 3.8 Imagen ¡Sabotaje en un mundo virtual! (Noticia aparecida en Internet)...	69
Figura 5.1 Imagen. Ejemplo de un modelo de espacio contenedor...	81
Figura 5.2 Imagen del atlas cibercartográfico de Chapala...	83
Figura 5.3 Esquema que representa la ontología del Ordnance Survey para la geografía administrativa...	87
Figura 5.4 Esquema. El computo Grid.....	88
Figura 5.5 Ilustración. La arquitectura para aplicaciones de Grid de acuerdo al modelo OGSA...	89
Figura 5.6 Esquema del Grid Semántico...	89
Figura A.1 Ilustración del modelo OSI...	106
Figura A.2 Ilustración. Servicios a capas adyacentes en el modelo OSI...	107
Figura A.3 Ilustración. Comunicación entre las mismas capas en computadoras remotas...	107
Figura A.4 Imagen que muestra una petición y su respuesta en http...	108
Figura A.5 Ilustración. Código en XML...	109

Introducción

A lo largo de los últimos años el CentroGeo ha desarrollado con éxito diversos prototipos de atlas cibercartográficos que por lo regular han estado conformados por aplicaciones contenidas en un CD; sin embargo, el enorme impacto y penetración que tiene la Web en la sociedad pone en el escenario el planteamiento de utilizarla como medio para la cibercartografía. Hasta hace pocos años esta no era una opción muy viable debido al alto consumo de recursos que se da en el procesamiento y despliegue de la información geoespacial. Desde el punto de vista tecnológico estas dificultades se han ido superando.

Una de las estrategias a futuro por parte del CentroGeo es justamente la de implementar la cibercartografía en la Web y es en ese contexto en donde se inscribe esta tesis.

La cibercartografía surge a partir de la necesidad que tienen diversos sectores de la sociedad de contar con conocimiento e información que les permitan llegar a una solución a una problemática vinculada a las relaciones que establecen en su entorno espacial. Esta disciplina brinda información y conocimiento geoespacial que ayude a la solución de estos problemas.

La hipótesis fundamental de esta tesis es que, para poder generar y transmitir el conocimiento geoespacial a través de cualquier medio (en este caso la Web) de manera adecuada, es necesario tratar de entender qué es el conocimiento y, en este caso, el conocimiento cibercartográfico, es decir, el conocimiento generado a través del proceso de la cibercartografía. Es por eso que el eje principal de este trabajo es el conocimiento. Dentro de la metodología de diseño de los artefactos producidos por el CentroGeo se presentan tres ejes básicos: el de modelado, el de comunicación y el de conocimiento. De manera análoga se retomarán estos ejes para analizar la implementación de la cibercartografía en la Web (conocimiento, comunicación y representación del conocimiento).

La tesis se divide en dos partes. En un principio se contextualiza a la cibercartografía en la era de la información y se da el marco teórico que caracteriza el enfoque del CentroGeo; posteriormente se aborda el problema del conocimiento, la epistemología de la cibernética de

segundo orden y el conocimiento espacial como marco para llegar al entendimiento del conocimiento cibercartográfico.

En la segunda parte se tratarán los temas referentes a la representación del conocimiento y la comunicación en la Web para, finalmente, obtener conclusiones, analizar las ventajas de la cibercartografía en la Web, establecer líneas de investigación y una visión a futuro.

Parte I

Marco teórico

Capítulo 1. La Cibercartografía

1.1. Orígenes de la cibercartografía.

1.1.1 La era de la información.

En la historia se distinguen varias etapas especialmente significativas en las cuales el entendimiento y dominio sobre algún elemento particular provocó cambios radicales en la forma de vida de las sociedades.

La *revolución agrícola*, que ocurrió hace aproximadamente 10,000 años, hizo que las sociedades primitivas adquirieran la conciencia del tiempo con el entendimiento del ciclo de las estaciones; gracias a esto se pudieron cultivar distintas especies de vegetales en una pequeña porción de terreno y la capacidad de producir alimentos se multiplicó. (Alesso y Smith, 2006:7)

Con *revolución industrial*, que comprendió de la segunda mitad del siglo XVIII hasta bien entrado el siglo XIX, se logró un mayor aprovechamiento y control de la fuerza mecánica. La mayor capacidad de realizar trabajo, gracias a inventos como la máquina de vapor, incrementó a su vez la producción de bienes e insumos. (Alesso y Smith, 2006:8)

Finalmente nos encontramos en la llamada *era de la información*, caracterizada por el uso intensivo de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) en diversas áreas del quehacer humano. Según Alesso y Smith (2006), con el desarrollo de las TIC se ha logrado reducir exponencialmente el costo del manejo de datos e información.

La *era de la información* comenzó en la década de los 50s del siglo pasado cuando aparecieron las primeras computadoras; sin embargo, la mayor influencia de las TIC se ha visto más recientemente con el enorme crecimiento del Internet a partir de la última década del siglo XX. Estas tecnologías han tenido impacto en la forma en que se trabaja, en los esquemas productivos y en la manera en que se comunican amplios sectores de las sociedades de la actualidad. (Alesso y Smith, 2006:8)

Los procesos que tienen lugar en la *era de la información* pueden ser interpretados desde diferentes perspectivas. El enfoque adoptado para la realización de un producto será diferente si,

se cree que en el mundo hay una sola cultura globalizada (uniforme) o se acepta la heterogeneidad y la diversidad del hombre. Martínez y Reyes ponen en claro que “... *in a globalized world with a population that believes more and more in uniformity, cybercartographic atlases become a form of expression of the plural coexistence that enriches humanity.*” (Martínez y Reyes, 2005:119)

1.1.1 Cibercartografía. Un nuevo paradigma de la cartografía.

El concepto de cibercartografía fue introducido por primera vez en 1997 por el Dr. Fraser Taylor en su presentación *Maps and Mapping in the Information Era* dada en la Conferencia Cartográfica Internacional en Suecia. La idea principal de la presentación era que para poder insertarse con éxito en la *era de la información*, la cartografía requería de un nuevo paradigma (la cibercartografía). (Taylor, 2005)

Posteriormente el Dr. Taylor delineó siete elementos principales de la cibercartografía en el capítulo “*The Concept of Cybercartography*” dentro del libro *Maps and the Internet* editado por Michael Peterson en el año 2003. Los siete elementos son:

- La cibercartografía es multisensorial. Utiliza la visión, el oído y el tacto, pero eventualmente se busca incorporar los sentidos del olfato y el gusto;
- la cibercartografía utiliza formatos multimedia y las nuevas tecnologías de telecomunicaciones como el WWW;
- la cibercartografía es altamente interactiva e involucra al usuario en nuevas formas;
- la cibercartografía se aplica a un amplio rango de tópicos de interés para la sociedad, no se limita tan sólo a la localización en un ambiente físico;
- la cibercartografía no es un producto aislado como el mapa tradicional, sino parte de un paquete de análisis e información;
- la cibercartografía es compilada por equipos de individuos pertenecientes a diversas disciplinas, y
- la cibercartografía involucra nuevas alianzas entre la academia, el gobierno, la sociedad civil y el sector privado. (Taylor, 2005)

1.1.2.1 Paradigmas

La doctora Carmen Reyes menciona que existe la controversia referente a si la cibercartografía constituya un nuevo paradigma de la cartografía. Por ejemplo, Clarke consideraba a la cartografía como un conjunto de habilidades y cuerpo teórico que permanecía independientemente de la tecnología particular que se utilizara para realizar los mapas. (Reyes, 2005: 64)

Para saber si la cibercartografía constituye un nuevo paradigma de la cartografía debemos referirnos antes que nada a este concepto. El filósofo de la ciencia Thomas Kuhn consideraba a los paradigmas como “realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica.” (Kuhn, 1978:13) Un paradigma establece diferentes aspectos: ¿qué será observado?, el tipo de preguntas y pruebas que se formulan con respecto a un fenómeno, cómo se estructuran las preguntas y, finalmente, cómo los resultados de las investigaciones científicas deben ser interpretados.

1.1.2.2 Nuevas formas de producción del conocimiento

En la sociedad contemporánea se cuenta con nuevos elementos que contrastan con las formas tradicionales de generar conocimiento. Gibbons junto con otros autores en *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies* hacen una clara distinción entre la forma tradicional de producción del conocimiento (al cual llaman Modo 1) y la forma de producción del conocimiento característica de la *era de la información* (Modo 2). (Gibbons et al., 2004)

El Modo 1 de producción se identifica claramente con las ciencias tradicionales y está basado en disciplinas; el contexto de producción de este conocimiento se define en relación con las normas cognitivas y sociales que gobiernan la investigación básica o la ciencia académica. En muchas ocasiones la producción de este conocimiento se da sin un fin previamente establecido. (Gibbons et al., 2004:4)

En el Modo 2 el conocimiento surge a partir de una demanda explícita proveniente de diversos sectores sociales (gobierno, sociedad civil, iniciativa privada, organismos no gubernamentales, etc.), lo cual marca un contexto complejo marcado por estas demandas intelectuales y sociales. (Gibbons et al., 2004)

En el Modo 2 la comunicación, que se lleva a cabo a través de canales tanto formales como informales, tiene un papel fundamental y depende de manera crítica de las TIC; el producto puede ser descrito como un sistema de producción del conocimiento distribuido socialmente. Aquellos que tienen la capacidad de utilizar las TIC pueden verse favorecidos por este sistema, mientras que es probable que los que no cuentan con acceso a ellas queden excluidos del los procesos de generación y distribución del conocimiento. (Gibbons et al., 2004)

Como características generales del Modo 2 podemos mencionar las siguientes:

- Interdisciplinario. Participan especialistas pertenecientes a un amplio rango de disciplinas. El consenso está condicionado por el contexto de aplicación y evoluciona junto con él. La forma de la solución final va más allá de la contribución de una sola disciplina y será transdisciplinaria.
- Transdisciplinario. Esto implica el desarrollo de un marco de trabajo distinto para guiar los esfuerzos para solucionar un problema. El consenso teórico alcanzado no puede ser reducido fácilmente a las partes disciplinarias. La solución comprende componentes tanto teóricos como empíricos. A diferencia del Modo 1, en donde los resultados son comunicados a través canales institucionales, en el Modo 2 los resultados son comunicados a todos los participantes y en cierto sentido la difusión de los resultados es lograda inicialmente en el proceso de su producción. La transdisciplinariedad es dinámica.
- Heterogeneidad. La producción del conocimiento es heterogénea en términos de las habilidades y experiencia que la gente le brinda. La heterogeneidad está marcada por el incremento en el número de sitios que potencialmente pueden producir conocimiento; la relación entre sitios en gran variedad de formas (electrónicamente, de manera organizacional, socialmente, informativamente) a través de redes funcionales de comunicación, y la diferenciación simultánea en estos sitios de campos y áreas de estudio en especialidades más finas.
- Es un conocimiento que suele ser acompañado de una conciencia social. La interacción de los científicos y tecnólogos en el contexto de aplicación los hace reflexionar sobre las implicaciones de su trabajo.
- Control de calidad. Mientras que en el Modo 1 la calidad es determinada a través de los juicios hechos sobre las contribuciones realizadas por los individuos, en el Modo 2 se incorporan otros cuestionamientos referentes a diversos aspectos como la competitividad

de un producto en el mercado, sí este será socialmente aceptable y con costo adecuado, etc. (Gibbons et al., 2004)

Es pertinente mencionar que los Modos 1 y 2 no son excluyentes entre sí; un especialista puede interactuar de tal forma que produzca cualquiera de estos tipos de conocimiento dependiendo del contexto. Ambos tipos de producción del conocimiento pueden relacionarse ya que el Modo 2 de producción de conocimiento suplementa y no suplanta al Modo 1. (Gibbons et al., 2004)

Los elementos anteriormente citados y característicos de una nueva forma de producción del conocimiento pueden ser fácilmente identificados en los siete elementos que caracterizan a la cibercartografía según Taylor; la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad, la heterogeneidad, la conciencia social y la calidad son elementos clave en esta ciencia. Si bien es cierto que la cartografía es parte fundamental del cuerpo teórico, se agregan conocimientos provenientes de otras ciencias como las computacionales, la biología, humanidades, artes gráficas, psicología, etc. La cibercartografía es una disciplina conformada por equipos interdisciplinarios, que aportan sus conocimientos para conformar una solución transdisciplinaria y heterogénea.

El conocimiento surgido en la cibercartografía parte de demandas sociales y busca retroalimentar a la sociedad (incluidos tanto especialistas como no especialistas). La conciencia social surge justamente de la interacción con la sociedad; muchos especialistas mencionan que un aspecto esencial de la cibercartografía radica en el entendimiento del contexto humano en el que el trabajo se ubica. (Pulsifer y Taylor, 2005) (Reyes, 2005) La calidad esta directamente ligada a la conciencia social, es decir, se pretende que la solución dada cumpla de la mejor forma posible con su función social (utilizando los medios adecuados, con un costo mínimo, etc.)

Otro aspecto que distingue a la cibercartografía es que, mientras la cartografía tradicional se enfoca en gráficas visuales y texto, la cibercartografía es multisensorial. (Leean et al., 2005) Como la computadora suele ser el medio de comunicación en esta disciplina, hay un especial interés en el estudio de interacción humano-computadora.

En conclusión, la cibercartografía no trata tan sólo de hacer cartografía utilizando diferentes medios como diría Clarke, sino que está relacionada a un conjunto de prácticas y marco teórico diferentes que responden a las demandas surgidas de la sociedad en el contexto determinado por

la era de la información. Cuenta con elementos científicos provenientes del marco teórico y de las áreas del conocimiento que la integran. A su vez conjuga elementos artísticos que se manifiestan principalmente en el manejo de los diversos lenguajes utilizados para transmitir determinados mensajes (mapas, texto, lenguaje oral e imágenes). El proceso de la cibercartografía depende en parte de la intuición de los investigadores y diseñadores de las soluciones, aun es necesario formalizar gran parte del conocimiento adquirido mediante la experiencia de más de una década de desarrollo de esta disciplina.

1.2 Marco teórico.

1.2.1 La cibercartografía desde la perspectiva del CentroGeo

Según Kuhn, en las primeras etapas de desarrollo de cualquier ciencia ocurre que, ante la misma gama de fenómenos observados, se tienen descripciones e interpretaciones diferentes. En la mayoría de los casos, con el paso del tiempo, algunas corrientes convergen en una visión que prevalece mientras que otras desaparecen (Kuhn, 1978: 43).

En la cibercartografía, como disciplina joven que es, se presentan diversas descripciones e interpretaciones a los mismos fenómenos. Por ejemplo, Eddy y Taylor construyen el marco conceptual de esta disciplina valiéndose de a la *teoría integral* de Ken Wilber (Eddy y Taylor, 2005) mientras que Reyes y Martínez se basan en la *teoría general de los sistemas, la cibernética y el modelado*. (Reyes, 2005)(Martínez y Reyes, 2005)(Reyes y Martínez, 2005). Ambas perspectivas tienen algunos elementos en común, pero también existen otros que las separan. Aun está por verse cual será la evolución de la cibercartografía. ¿Logrará consolidarse como una disciplina? ¿Cuál será el marco teórico que prevalezca?

Esta tesis está fundamentada en el marco teórico desarrollado en el CentroGeo, que es producto tanto del trabajo tanto teórico como empírico realizado en la última década por diversos investigadores de esa institución.

1.2.2 Teoría general de los sistemas

La *teoría general de los sistemas* (TGS) fue propuesta a principios de la década de los 40 del siglo pasado por el biólogo Ludwig von Bertalanffy y se ha nutrido desde sus inicios con las contribuciones provenientes de diversos campos como la filosofía (Bunge), el modelado matemático y teoría de la información (con trabajos como los de Mesarovic y Klir). (Heylighen y

Joslyn, 1992), también se ha enriquecido con las ideas provenientes de la cibernética (como es el concepto de retroalimentación introducido por Norber Wiener).

Esta teoría surgió como una alternativa al enfoque reduccionista de la ciencia tradicional en el que el sistema que se estudia es visto como un sistema cerrado, es decir, uno que no interactúa con su entorno. Bertalanffy observó que muchos sistemas, como es el caso de los organismos vivos, pueden ser estudiados de una manera más adecuada si se consideran como sistemas abiertos; la peculiaridad de estos es que interactúan con otros sistemas más allá de sí mismos. (Heylighen y Joslyn, 1992)

De acuerdo a su origen etimológico, el término sistema (proveniente de la palabra *sunistemi*) “designa a un conjunto formado de partes, elementos u objetos relacionados entre sí y que es necesario comprender en su recíproca articulación”. (Reza, 2001:15) Otras definiciones de sistema lo designan como “un complejo de elementos interactuantes” (Bertalanffy, 2003: 56); un conjunto de variables seleccionadas por el observador (Ashby); como cualquier conjunto de componentes definibles (Maturana y Varela). (Heylighen, 2002)

Para poder hablar tanto del interior como del exterior de un sistema necesitamos distinguir el sistema de su entorno; por lo regular estos están separados por algún tipo de frontera. La interacción entre un sistema y su entorno tiene dos componentes que son la entrada y la salida; la entrada es aquello que entra al sistema desde el exterior y la salida es lo que deja el sistema para el entorno; la entrada suele ser diferente a la salida, lo cual implica que el sistema realiza algún tipo de proceso sobre la entrada para obtener la salida. (Heylighen, 1998)

Las interacciones mutuas de los componentes del sistema los integran en un “todo”; si las partes no interactuaran, el todo no sería más que la suma de las componentes, pero, debido a esta interacción, algo más se agrega. (Heylighen, 1998) El paradigma de sistemas puede ser visto en tres niveles: el sistema como un “todo”, en donde el rol y las funciones de las partes son consideradas dentro de esa totalidad, el intrasistema que está involucrado con los subsistemas o grupos de sistemas y el suprasistema que nos indica que cada sistema está contenido dentro de un sistema más amplio (entorno o contexto). (Reyes, 2005:72)

Un principio general de la TSG es que los sistemas se encuentran estructurados jerárquicamente. En el nivel más alto se tiene una visión más abstracta y amplia del todo, sin prestar atención a los detalles de las partes constitutivas; esta visión se llama de “caja negra” y en ella observamos las entradas y salidas del sistema sin prestar atención a los procesos internos realizados por los subsistemas. En un nivel más bajo se observan diversas partes que interactúan, pero sin entender cómo se organizan para formar el todo; en esta visión, llamada de “caja blanca”, se busca entender los procesos internos realizados por el sistema. (Heylighen, 1998)

Bertalanffy estableció que el tema principal de la TGS es “la formulación de principios válidos para <<sistemas>> en general, sea cual fuere la naturaleza de sus elementos componentes y las relaciones o <<fuerzas>> reinantes en ellos.” (Bertalanffy, 2003: 37)

Existen múltiples razones para elegir a la TSG como bloque constructor del marco teórico de la cibercartografía. Esta teoría busca establecer “isomorfismos de conceptos, leyes y modelos en varios campos para fomentar provechosas transferencias de un campo a otro”. (Bertalanffy, 2003: 14) De ahí que lo importante no sea la naturaleza de los elementos de los sistemas, sino la relación, articulación y organización dada entre ellos. Este enfoque es ideal para la cibercartografía, en donde confluyen varias disciplinas y pueden encontrarse isomorfismos que establezcan principios generales que vinculen los diversos conocimientos en una solución transdisciplinaria.

Por otro lado, los sistemas pueden ser estudiados a partir diferentes enfoques y niveles jerárquicos. En la cibercartografía confluyen sistemas que interactúan entre sí en un contexto amplio y en varios niveles jerárquicos, por ejemplo, hay individuos, grupos sociales, sistemas de información, ecosistemas, etc. Cada uno de estos sistemas puede ser estudiado desde la perspectiva de una o varias disciplinas (sociología, psicología, tecnologías de la información, biología, etc.); la TGS le da cohesión a estas visiones y las integra en un marco común.

La visión holista de la TGS coadyuva en el marco de la cibercartografía, ya que los sistemas estudiados por ella serían difícilmente aislables de su entorno (compuesto por otros sistemas). Así, un sistema de información sería poco exitoso si no se toman en cuenta aspectos como la cultura de los usuarios.

1.2.3 Cibernética

A menudo la teoría general de los sistemas (TGS) es identificada con la cibernética y la teoría del control, sin embargo, no son equivalentes. La cibernética es la ciencia que estudia los mecanismos de control en la tecnología y la naturaleza fundada en los conceptos de información y retroalimentación (Bertalanffy, 2003: 16). Una característica esencial de los sistemas cibernéticos radica en que exhiben un propósito. La TGS y la cibernética han tenido un desarrollo paralelo y se han retroalimentado desde sus inicios.

El término *cibernética* tiene su origen en la palabra griega *kybernetes* que significa “timonel” o “navegar”, la misma raíz de la cual los pueblos de Occidente han formado gobierno y sus derivados. El término fue utilizado por Platón y en el siglo XIX por Ampère como la ciencia de gobernar, sin embargo fue en 1948 cuando Norbert Wiener le dio su acepción actual como el estudio del control y la comunicación entre el animal y la máquina. Inspirado por los resultados dados en el estudio de los mecanismos de control (como los servomecanismos y mecanismos para fijar blancos en artillería) y el desarrollo de la teoría matemática de la comunicación (o información) de Claude Shannon, Wiener desarrolló una teoría general de las relaciones organizacionales y de control en los sistemas. (Heylighen y Joslyn, 2001)

El signo distintivo de la cibernética radica en su énfasis en el control y la comunicación, no tan sólo en los sistemas artificiales, los diseñados por la ingeniería, sino también los sistemas evolucionados como es el caso de los sistemas naturales (organismos y sociedades), que establecen sus propias metas. (Heylighen y Joslyn, 2001)

La cibernética, como campo específico, se desarrolló a partir de las *Macy Conferences on Cybernetics*, realizadas entre 1944 y 1953, auspiciadas por la Fundación Josiah Macy Jr. y en las cuales participaron numerosos intelectuales de la posguerra provenientes de diversas disciplinas como el mismo Wiener, John Von Neumann, Warren McCulloch, Claude Shannon, Heinz von Foerster, W. Ross Ashby, Gregory Bateson y Margaret Mead. El enfoque principal en las máquinas y animales fue rápidamente ampliado hacia otros sistemas como la mente y los sistemas sociales. Desde la década de los 50s del siglo pasado, la cibernética se desarrolló conjuntamente con la teoría general de los sistemas. Ambas coinciden en su esfuerzo global de forjar una ciencia de los sistemas transdisciplinaria. (Heylighen y Joslyn, 2001)

Según la segunda ley de la termodinámica, la entropía del universo tiende a aumentar con el paso del tiempo. Esto es, “el universo y todos los sistemas cerrados de éste, tienden naturalmente a deteriorarse y perder su carácter distintivo, a pasar de un estado de diferenciación y organización en la cual existen formas y diferencias, a un estado de caos y uniformidad.” (Wiener, 1981:15-16).

Sin embargo, aunque la entropía del universo (como sistema cerrado) tiende a aumentar, existen sistemas abiertos en los que el orden prevalece y en donde hay entropía negativa.

Pero mientras que el universo en su totalidad (si acaso hay una totalidad del universo), tiende a quedarse sin cuerda, también incluye enclaves locales que se comportan en dirección opuesta y en cuyo seno existe una tendencia, limitada y temporal, al aumento de su organización. En estos enclaves se aloja la vida. Tal es, esencialmente, el punto de vista con que se inició el desarrollo de la nueva ciencia de la Cibernética. (Wiener, 1981:16)

Wiener introduce el concepto de información, basado en la segunda ley de la termodinámica, como el “contenido de lo que es objeto de intercambio con el mundo externo, mientras nos ajustamos a él y hacemos que se acomode a nosotros.” (Wiener, 1981:18) Así, mediante el intercambio y uso de la información los sistemas logran ajustarse a las contingencias del entorno que los rodea y vivir de manera efectiva dentro de él. Es una medida de la organización y por ende, inversamente proporcional a la entropía, es decir, a mayor información menor entropía.

Una de las innovaciones más importantes de la cibernética radica en que explica el *propósito* en los sistemas. Un sistema autónomo, como es el caso de los organismos vivos, puede ser caracterizado por el hecho de que persigue sus propias metas, resistiendo las obstrucciones puestas por el entorno que lo rodea y que lo lleva a alejarse de su estado “ideal”. Así, el comportamiento de un sistema cibernético está orientado a cumplir con sus propósitos e implica la regulación (o control) sobre las perturbaciones en el entorno. (Heylighen y Joslyn, 2001)

Para llevar a cabo la regulación sobre las perturbaciones, los sistemas cibernéticos utilizan la retroalimentación (o comunicación de retorno). Este concepto es el eje central de las ciencias de la comunicación. Wiener define retroalimentación como:

... un método para regular sistemas introduciendo en ellos los resultados de su actividad anterior. Si se utilizan estos resultados como simples datos numéricos para corregir el sistema y regularlo, tenemos la sencilla retroalimentación de la ingeniería que se ha dado en llamar de **control**. Sin embargo, si la información que procede de los mismos actos de la máquina puede cambiar los métodos generales y la forma de actividad, tenemos un fenómeno que puede llamarse aprendizaje. (Wiener,1981:56)

Existen dos tipos de retroalimentación. La retroalimentación negativa que tiende a hacer que el sistema se mantenga en equilibrio con el entorno contrarrestando las perturbaciones. Por otro lado, la entropía positiva provoca una amplificación de las perturbaciones; esto produce una alteración en el equilibrio entre el sistema y su entorno; después de la retroalimentación positiva el sistema puede encontrar un nuevo estado de equilibrio en una configuración distinta a la del equilibrio inicial.

La epistemología tradicional (en auge hasta nuestros días), busca explicar la naturaleza de los fenómenos que se observan mediante la causalidad lineal (causa-efecto), esto implica que el resultado de algo nunca va a ejercer sus efectos sobre su propio origen. La TGS y la cibernética ofrecen una epistemología alternativa enfocada en el concepto de *recurrencia* o *circularidad*. En una relación circular “el efecto impregna la causa primera, confirmándola o rectificándola.” (Ceberio y Watzlawick, 2006:39-44)

La cibernética utiliza la retroalimentación para explicar los mecanismos de circularidad. Gracias a la recurrencia (lograda mediante la retroalimentación constante), el resultado de un hecho “llevará a confirmar y reconformar nuestra teoría del conocimiento y ésta a su vez, volverá a pautar nuestra mirada en la construcción del mundo.” (Ceberio y Watzlawick, 2006:33)

A partir de los trabajos de varios investigadores como Humberto Maturana, Margaret Mead, Gordon Pask y principalmente Heinz Von Foerster, surge en la década de los 70s del siglo pasado la llamada *cibernética de segundo orden*. La cibernética clásica o de primer orden es la cibernética de los sistemas observados mientras que la cibernética de segundo orden es la cibernética de los sistemas observantes. (Ceberio y Watzlawick, 2006:51) La cibernética de segundo orden no debe ser vista como una ruptura con la cibernética clásica, sino como una evolución de ésta última; de hecho, varios de los principales exponentes de la cibernética de segundo orden fueron también precursores de la cibernética clásica.

La cibernética de segundo orden enfatiza el hecho de que todo observador es un sistema cibernético que a su vez interactúa con otros sistemas cibernéticos. Todo el conocimiento que poseemos sobre los sistemas está mediado por nuestras representaciones simplificadas (o modelos) de ellos, que ignoran necesariamente aquellos aspectos del sistema que son irrelevantes para los propósitos para los cuales el modelo está construido. (Heylighen y Joslyn, 2001:3) El observador es un sistema cibernético tratando de construir, a partir de sus percepciones, un modelo de otro sistema.

En un sistema cibernético se pueden describir varios componentes funcionales que ayudan a comprender los mecanismos de control con los cuales interactúa con el entorno. El *sistema* construye una *representación* del entorno a partir de las *variables observadas por él*; la información dada por esta representación es procesada para ver de qué manera las *variables observadas* afectan las *metas* establecidas por el sistema y se toma una *decisión* adecuada que busca salvaguardar la meta; a raíz de la *decisión* el sistema ejerce una *acción* sobre un conjunto de variables (*variables afectadas*) en el entorno; dicha acción tiene un efecto en la dinámica del entorno, produciendo perturbaciones tanto en las *variables observadas* como en otras variables; finalmente el ciclo se repite, cuando el sistema observa las consecuencias de sus acciones a partir de la nueva *percepción* de las *variables observadas* (ver figura 1.1).

La cibernética es un componente fundamental en cibercartografía ya que permite estudiar y analizar los procesos de comunicación, control, interacción y retroalimentación en un entorno complejo. (Reyes, 2005) Los grupos que demandan soluciones son estudiados como un sistema cibernético, y no pueden ser entendidos de manera acontextual. El espacio geográfico es una parte primordial en dicho contexto. Por otro lado, otro aspecto que aporta en específico la cibernética de segundo orden es que reconoce la pluralidad de puntos de vista no imponiendo una sola visión o modelo como verdad absoluta. En la cibercartografía los mismos grupos que demandan información y conocimiento son coparticipes en el proceso de “construcción” de la solución, así, las alternativas propuestas son construidas en un proceso que va de acuerdo a las metas del mismo sistema social.

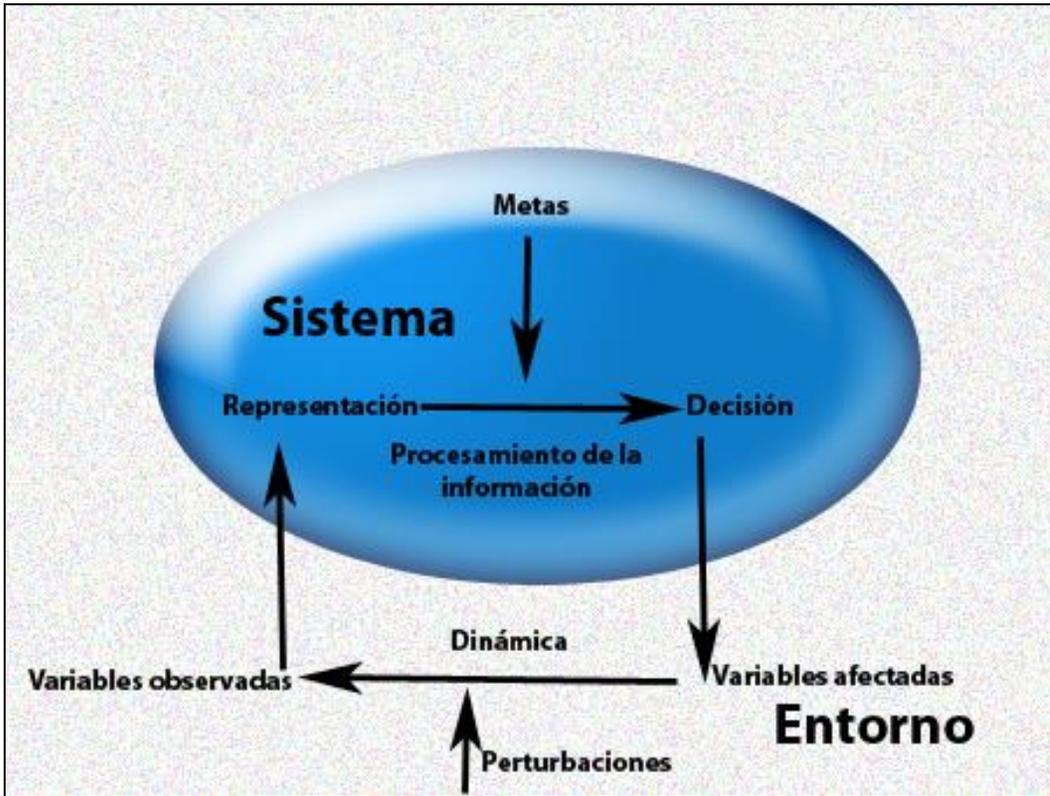


Figura 1.1 Interacción de un sistema cibernético con su entorno. Esquema original de (Heylighen y Joslyn, 2001:16) .Traducción y edición del autor.

1.2.4 Modelado

Tanto en la teoría general de los sistemas (TGS) como en cibernética los modelos son elementos fundamentales; por ejemplo, los sistemas cibernéticos regulan su conducta tomando como parámetro sus modelos del entorno con el cual interactúan. En otro nivel, podemos entender tanto a la TGS como a la cibernética como “modelos” cognitivos que nos llevan a abordar y entender diferentes problemáticas desde un enfoque particular (centrado en los conceptos de sistema, información, retroalimentación, etc.)

Para autores como Simon, “la estructura de conocimiento de todo organismo puede verse como su modelo del mundo y como marco de referencia de su conducta.” (Ceberio y Watzlawick, 2006:28) Desde esta perspectiva, todos los organismos tienen un modelo que los lleva a interactuar con su entorno aunque no sean conscientes de cómo desarrollan su proceso cognitivo.

Existen diferentes definiciones de lo que es un modelo; por ejemplo, Reyes menciona que en términos generales “*a model is a representation of an abstract or of an empirically observed situation*” (Reyes, 2005:67-68), mientras que para Reynoso

[...] un modelo es una construcción lógica y lingüística y a menos que se admita una teoría del lenguaje elemental y puramente nomenclatoria –el lenguaje como espejo de la realidad- no existe isomorfismo alguno (es decir, no hay ninguna correspondencia estructural punto a punto) entre enunciados y realidades. La escala de un modelo respecto a lo real es indecible, ya que la realidad puede ser casi infinitamente descompuesta y es analíticamente inagotable [...] (Ceberio y Watzlawick , 2006:34)

El modelado (proceso de construcción o aplicación de modelos) es un elemento de gran utilidad en diversas disciplinas, incluyendo la cibercartografía. Bissell y Dillon mencionan que el modelado no es un proceso algorítmico, pero sí, un proceso subjetivo, que se sustenta en el conocimiento tácito único para una disciplina dada. (Bissell y Dillon, 2000: 3) Los modelos son de gran utilidad en las ciencias, principalmente se utilizan para el diseño de nuevos artefactos que realicen funciones particulares y para predecir el comportamiento de sistemas existentes (o no existentes) bajo condiciones particulares. (Bissell y Dillon, 2000: 8)

Aunque los modelos son de gran importancia en TGS como en cibernética, no existe una pauta que nos indique como debe realizarse el modelado, el elegir cuál es el sistema en cuestión (componentes y límites) y cuáles las relaciones de importancia establecidas entre los diversos componentes del sistema es un proceso subjetivo, dependiente de los conocimientos subyacentes a una disciplina dada, en este caso, la cibercartografía.

La TGS y la cibernética son bloques constructores que nos ayudan a abordar en un contexto específico la problemática surgida de algún sector de la sociedad. Podemos ubicar a la cibernética y TGS en un “meta nivel”, mientras que una solución particular puede corresponder a otro cuerpo teórico como ciencias de la computación, geografía, biología, etc. Los modelos utilizados en la cibercartografía pueden ser tanto cuantitativos (como es el caso de un mapa) como cualitativos (utilizando elementos como la cartografía temática). En cibercartografía el modelado es un proceso realizado en varios niveles.

Entre los diversos modelos utilizados en cibercartografía el mapa juega un papel principal. Como menciona Board:

It is comparatively easy to visualize maps as representational models of the real world, but it is important to realize that they are also conceptual models containing the essence of some generalization about reality. In that role, maps are useful analytical tools which help investigators to see real world in a new light, or even to allow them an entirely new view of reality. (Board, 1967:672)

Un aspecto fundamental de los modelos, expresado por Bissell y Dillon, que es claramente extensible para el caso de la cibercartografía, es que “[...] *they are starting points for conversations among practitioners about the systems that are claimed to represent.*” (2000:8) Los modelos tienen que ser mediados y negociados dentro de una comunidad de práctica para tener sentido. Los ingenieros aprenden cómo hablar sobre sus modelos; también aprenden que historias contar sobre ellos y a reconocer el tipo de conversaciones que son legítimas. (Bissell y Dillon, 2000:8) De esta manera los mapas se constituyen, como lo menciona Reyes, en un binomio inseparable de modelado y comunicación. (Reyes, 2005:73)

En conclusión, el modelado se encuentra ligado en distintas vertientes a la cibercartografía; por una parte, es un proceso fundamental en TGS y cibernética; también está ligado a la cartografía a través de una larga tradición de la cual la cibercartografía es heredera; finalmente, los modelos construidos a partir del lenguaje matemático son parte esencial de las soluciones en cibercartografía.

1.3 Metodología para la creación de los productos cibercartográficos y los ejes de la cibercartografía.

La metodología que da paso a la creación e inserción de las soluciones de cibercartografía se encuentra detallada en *Cybercartography from a modeling perspective* (Reyes, 2005). En el presente apartado sólo se presenta un resumen general.

La metodología utilizada para el diseño y construcción de los productos cibercartográficos comprende dos elementos distintos pero interrelacionados: (1) La metodología estructural y (2) el marco de conocimiento. (Reyes, 2005:88)

La metodología estructural tiene el propósito de brindar un marco conceptual básico para la investigación aplicada y el proceso de producción elegido. Consta de tres niveles conceptuales: el meta-sistema, el proceso de modelado del sistema y la solución tecnológica. (Reyes, 2005:88)

El marco de conocimiento difiere de la metodología estructural en el hecho de que se enfoca en el conocimiento experto, derivado de las disciplinas científicas que responden a la necesidad de explicar y/o predecir la situación dada por las demandas sociales. Este acercamiento teórico metodológico responde a problemas específicos y situaciones identificadas por los usuarios que dan la guía para establecer el contenido de los atlas cibercartográficos. (Reyes, 2005:90)

Dentro del proceso de modelado del sistema, parte de la metodología estructural mencionada anteriormente, los productos cibercartográficos son diseñados tomando en cuenta tres ejes principales: el eje de modelado, el eje de comunicación y el eje de conocimiento; conceptualmente las aplicaciones pueden ser abordadas desde un enfoque sistémico a partir cada una de estas tres perspectivas; un atlas cibercartográfico puede ser visto como un modelo de modelos o meta-modelo geoespacial. Estos tres ejes son la guía para el presente trabajo¹.

En cuanto a la metodología de diseño del sistema el modelado es el eje transversal, ya que se encuentra presente tanto en la dimensión de representación del conocimiento como de comunicación.

El eje de comunicación se encuentra dividido en dos subsistemas: el subsistema estructural y el subsistema de comunicación. El subsistema estructural funciona como la columna vertebral que le da soporte a la interacción usuario-prototipo en términos de información geoespacial. En subsistema de comunicación se tienen que combinar adecuadamente diversos lenguajes (texto, sonido, imagen, cartografía, etc.) (Reyes, 2005:78)

Una solución de cibercartografía se tiene que insertar en un contexto específico marcado por diversos factores (sociales, culturales, organizacionales, etc.), todos ellos están ligados a la estructura de conocimiento (o modelo del mundo) de los miembros del grupo a los cuales va

¹ En el capítulo 5 se analizan diferentes modelos (representaciones de conocimiento) más que el proceso de modelado en sí.

enfocada una solución. El marco cibernético brinda una perspectiva diferente en cuanto al conocimiento en sí, como lo menciona la Dra. Reyes:

At a first glance, it may be assumed that the knowledge embedded in cybercartographic atlases may be treated in a similar way as it is treated in traditional atlases. There is however an essential difference, in terms of cognitive modeling, the “reader” is conceived as being part of the process so that his/her knowledge interacts and modifies the prototypes. According to the proposed model, new information and knowledge can be created through feedback processes and incorporated into the prototype. (Reyes, 2005: 81-82)

En cibercartografía el sujeto que demanda nuevo conocimiento es copartícipe en el proceso mismo de “construcción” de su solución. Como veremos posteriormente este enfoque está ligado a la epistemología de la cibernética de segundo orden.

Capítulo 2. Acercamientos al conocimiento y al conocimiento cibercartográfico

2.1 El conocimiento y la gestión del conocimiento.

2.1.1 Gestión del conocimiento.

Hoy en día se reconoce que el conocimiento es un elemento esencial para la competitividad de las organizaciones; lo que se sabe es, hoy en día, un elemento más importante que las fuentes tradicionales de poder económico. (Storey y Barnett, 2005:222) Es por eso que en la actualidad diversos tipos de organizaciones (empresas, instituciones académicas, organismos gubernamentales, etc.) cuentan con especialistas, departamentos e iniciativas cuyo fin es administrar el conocimiento.

La gestión del conocimiento, o KM, por sus siglas en inglés (Knowledge Management), es una disciplina que ha tenido gran auge en los últimos años. Surge de la demanda, por parte de diversos sectores sociales, de encontrar la forma de administrar el conocimiento con el que cuentan, de establecer mecanismos a través de los cuales se pueda transmitir y generar nuevo conocimiento organizacional.

Al igual que la cibercartografía, podemos enmarcar a la disciplina de KM dentro de la era de la información, como una que se basa tanto en un cuerpo teórico como en la práctica. Por igual, la gestión del conocimiento responde al modo 2 de producción del conocimiento, que ya ha sido abordado en el capítulo previo.

El área de KM trata, en opinión de J. Spender, por un lado de la colección y análisis de datos, mientras que, por otra parte, se ocupa de gestionar nuestras respuestas ante la incertidumbre, es decir, la ausencia de información. (Spender, 2005:134)

El reto mayor de los encargados de gestionar el capital intelectual es el de crear una organización que pueda compartir su conocimiento. Se ha demostrado que a menudo esto ha sido fácil de decir y difícil de hacer. En los últimos años han surgido trabajos que tratan de abordar la gestión del conocimiento en un contexto amplio, tomando en cuenta factores sociales, culturales e individuales que determinan en gran medida los procesos de generación, asimilación y transmisión del conocimiento.

A pesar de que la KM no cuenta aún con un cuerpo teórico-metodológico consensuado, es indudable que los debates e ideas surgidos de esta disciplina son útiles en el proceso de entender el conocimiento. Así, la cibercartografía se puede enriquecer tomando ideas provenientes de KM y, ¿por qué no?, a través de su trabajo empírico en diversos tipos de organizaciones, en un futuro la cibercartografía pueda aportar ideas útiles para la gestión del conocimiento.

2.1.2 Definiciones de conocimiento.

En el presente apartado se presentarán distintas definiciones del conocimiento, esto con el objetivo de que el lector pueda contar con un panorama general de los diversos acercamientos a este concepto; sin embargo, es necesario recalcar que las definiciones que van de acuerdo con el marco de la cibercartografía y que adoptaremos para el presente trabajo son aquellas que enfatizan el hecho de que el conocimiento es dinámico, dependiente de un contexto específico y que involucra tanto la teoría como la práctica.

En nuestra vida cotidiana es común el uso de la palabra conocimiento y otros términos relacionados a ella como es el caso de *saber* y *conocer*. Convivimos diariamente con estas palabras y parece ser que no tenemos ningún problema en el manejo y entendimiento de estos conceptos. Tenemos una idea intuitiva de su significado; sin embargo, si alguien nos pidiera que le explicáramos qué es el conocimiento, lo más probable es que no pudiéramos hacerlo, por lo menos con la claridad y naturalidad con que usamos la palabra.

La definición del conocimiento ha ocupado a innumerables pensadores desde la antigüedad y hasta el día de hoy no existe un consenso en cuanto a qué es. El tratar de llegar a una definición nos enfrenta a diversas problemáticas con profundas implicaciones relativas a posturas filosóficas acerca de la naturaleza de la realidad y del sujeto mismo; definir el conocimiento nos lleva a los límites de la naturaleza humana. De hecho es una idea paradójica el que tratamos de entender el conocimiento a partir del conocimiento mismo.

Una de las definiciones tradicionales establece que el conocimiento es una *creencia verdadera justificada*. Esta es una definición típica de una epistemología occidental positivista que considera a la verdad como una cualidad del conocimiento. Nonaka, Toyama y Konno establecen que esta visión de “verdad” es estática y no humana. Para ellos, en contraste, el

conocimiento es dinámico, ya que es creado mediante interacciones sociales entre los individuos y las organizaciones. Además, es específico a un contexto, es decir, depende de un tiempo y espacio particulares. (Nonaka et.al., 2000: 24)

En 1989 Russell Ackoff propuso un modelo jerárquico llamado DIKW (por sus siglas en inglés *Data, Information, Knowledge, Wisdom*) que explica las diferencias entre datos, información, conocimiento y sabiduría como una cuestión de grado en el “poder cognitivo”. Este modelo ha sido muy influyente desde su aparición. Originalmente estuvo constituido por los cuatro elementos mencionados anteriormente, en la actualidad se ha agregado el entendimiento (*Understanding* en inglés) que yace entre el conocimiento y la sabiduría, así el modelo queda como DIKUW. De acuerdo a Ackoff los datos no tienen significado, simplemente son; la información es considerada como datos que han adquirido significado por medio de conexiones que los relacionan entre sí; el conocimiento es una colección útil de información; el entendimiento es interpolativo, posibilitando la generación de nuevo conocimiento a partir del conocimiento previo; finalmente, la sabiduría consistente en saber aplicar el entendimiento en el contexto de la existencia humana.(Spender, 2005:135) (Alesso y Smith, 2006:32-33)

La jerarquía DIKUW ha sido tomada como base por autores como Alesso y Smith para justificar la Inteligencia Artificial.

Artificial Intelligence systems possess understanding in the sense that they are able to synthesize new knowledge from previously stored information and knowledge. An important element of AI is the principle that intelligent behavior can be achieved through processing of symbolic structures representing increments of knowledge. This has produced knowledge-representation languages that allow the representation and manipulation of knowledge to deduce new facts from existing knowledge. The knowledge-representation language must have a well-defined syntax and semantics system while supporting inference. (2006:33)

El problema con la jerarquía de Ackoff es que en la literatura existente no se establece de manera clara cómo son llevadas a cabo las transiciones entre los diversos niveles cognitivos. Por ejemplo, ¿cómo establecer cuál es la información útil si a menudo los conocimientos más vanguardistas surgen a partir de información que era considerada como no útil? Por otro lado, esta definición no le da ninguna importancia al conocimiento como práctica.

En términos generales las definiciones actuales de conocimiento dadas por los autores de KM tienden a incorporar la relación estrecha entre el conocimiento y la acción, así como la dimensión humana del mismo, lo cual le da una característica propia a la visión, diferenciándola de otras ramas como es el caso de las tecnologías de información.

Cook y Brown hacen una distinción entre el conocimiento como una posesión (contar con el conocimiento sobre algún tema) y el conocimiento como una acción (como es el conocimiento práctico con el que cuenta un mecánico para realizar su trabajo). Para hacer esta distinción utilizan los términos en inglés *know* y *knowing*. Posiblemente en castellano esta distinción sea más clara si tomamos en cuenta los términos *conocer* y *saber*. Así determinan que:

...we must see knowledge as a tool at the service of knowing not as something that, one possessed, is all that is needed to enable action or practice. (Improved practice may not always be the product of acquiring more knowledge; at times it may be the result of developing innovative ways of using knowledge already possessed.) (Cook y Brown, 2005:61)

Para Nonaka y Takeuchi el conocimiento es creado por un flujo de información, anclado en creencias y acuerdos de la gente que lo posee. Este entendimiento enfatiza que el conocimiento esta esencialmente vinculado a la acción humana. (Tsoukas y Vladimirou, 2005:85)

Davenport y Prusak dan la siguiente definición:

Knowledge is a flux of mix framed experiences, values, contextual information, and expert insight that provides a framework for evaluating and incorporating new experiences and information. It originates and is applied in the minds of knowers. In organizations, it often becomes embedded not only in documents or repositories but also in organizational routines, processes, practices and norms. (Tsoukas y Vladimirou, 2005:86)

Por otra parte, Tsoukas y Vladimirou mencionan que el conocimiento requiere del juicio, el cual para ejercerse requiere a su vez de dos cosas: por una parte, la habilidad del individuo de establecer distinciones y por otra, la ubicación del individuo dentro de un dominio de acción generado y sostenido colectivamente. (2005:88) Proponen una definición que involucra estos aspectos: “... *knowledge is the individual ability to draw distinctions within a collective domain of action, based on an appreciation of context or theory, or both.*” (2005:90)

2.1.3 Tipos y dimensiones de conocimiento.

J. C. Spender afirma que existen básicamente tres maneras de entender el conocimiento de acuerdo al contexto en que se aborde². Estos son: *el conocimiento como datos*, *el conocimiento como significados* y *el conocimiento como práctica*. También menciona que una teoría de la *gestión del conocimiento* debe abarcarlos y apreciar la complejidad de las relaciones entre estos tipos. (Spender, 2005:127-28)

Es aquí en donde la teoría cibernética adquiere relevancia, ya que en ella se incorporan los datos, la información, los significados y la práctica en un proceso que los integra. Es más, desde la cibernética no es posible comprender estos elementos de manera aislada.

Los datos a menudo son apreciados desde diversas perspectivas. Desde la visión tradicional *dato* significa lo que es dado y no tiene significado (como lo establece Ackoff en su modelo del conocimiento). En palabras de Ceberio y Watzlawick:

...desde esta perspectiva se puede afirmar que el mundo ofrece un sinnúmero de datos observables. [...] Pensar en términos de datos implica pensar utópicamente que nuestro aparato cognitivo tiene la posibilidad de percibir objetivamente y en forma pura (sin atribuciones de significado) los elementos a describir que ofrece el mundo externo. (2006:81-82)

Cuando el conocimiento se define como datos, el aprendizaje implica por lo general la adquisición de más datos. Los teóricos del aprendizaje reconocen que esta es una teoría demasiado simplista y que no dice nada de importancia con respecto a los mecanismos de aprendizaje. (Spender, 2005:133)

Otras teorías establecen un vínculo estrecho entre los datos y el marco de significados. Desde esta perspectiva los datos no son simplemente “datos”, los individuos son los que, de acuerdo con su marco de significado, seleccionan aquellos datos que parecen relevantes para su modelo cognitivo; es por eso que algunos autores utilizan la palabra *capto* en lugar de dato. “*Capto* se refiere a lo que es captado y se aplicaría al concepto del conocimiento adaptativo, razón por la que podemos *capturar* de ese número de datos solamente algunos.” (Ceberio y Watzlawick, 2006:81)

² Por ejemplo, las áreas de tecnologías de la información, teorías institucional y cultural, así como desarrollo organizacional tienen diferentes formas de concebir el conocimiento.

No podemos coleccionar datos sin un marco de referencia. La instrumentación es la implementación de éste marco ya que no hay un conjunto auto-evidente de variables o métricas para medir cualquier cosa. Así podemos ver que los datos son “prisioneros” de un sistema de significados que tratamos como “no problemático”. Por otro lado, no podemos describir un sistema de significados sin describir los datos que captura. (Spender, 2005:133-134)

Debemos inferir que el significado es algo que creamos en nuestras cabezas, más que algo extraído de los datos por medio de un análisis riguroso, el significado es un producto de nuestra imaginación. (Spender, 2005:131) Un problema aun no entendido del todo es bajo qué circunstancias el acto de imaginación que implica la creación de significados es posible o necesario. (Spender, 2005:134)

De acuerdo con Spender, datos y significados están estrechamente ligados cuando a través de complejas interacciones producen información, pero esto no implica que exista una relación directa y auto-evidente entre ellos. Por ejemplo, el conocimiento como significado implica que el aprendizaje involucra la adquisición de un marco de significados o el cambio hacia un nuevo sistema de significados. (Spender, 2005:133)

Gregory Bateson dio una definición de información que difiere de la visión de Spender en el sentido de que la información no surge de la combinación de los datos y significados: “La información consiste en diferencias que establecen una diferencia” (Bateson, 2006:111). De todas las diferencias (establecidas por la percepción de al menos dos datos), sólo importan aquellas que establecen una diferencia efectiva, es decir, aquellas que son relevantes de acuerdo con el “modelo del mundo” con el que cuenta el sistema cibernético.

Hay que aclarar que significado y conocimiento están estrechamente relacionados, pero no son sinónimos. El conocimiento implica, entre otras cosas, la capacidad de construir, modificar y manejar significados. Los significados son elementos emergentes de un proceso cognitivo, pero no son ni auto-generables, ni auto-sustentables.

Una idea atrayente en cuanto a cómo se construyen los significados es expresada por el experto en ciencias cognitivas Douglas R. Hofstadter en su libro *Gödel, Escher, Bach: an Eternal*

Golden Braid: “The perception of an isomorphism between two known structures is a significant advance in knowledge –and I claim that is such perceptions of isomorphism which create meanings in the minds of people.” (Hofstadter, 1999:50) Como se recordará von Bertalanffy, para su teoría general de los sistemas, también utiliza el concepto de isomorfismo como un modo de encontrar principios aplicables en varias disciplinas.

Por isomorfismo Hofstadter entiende una transformación que preserva la información y que se aplica cuando dos estructuras complejas pueden ser mapeadas una en la otra, de tal manera que para cada parte de la estructura existe una parte correspondiente en la otra estructura, en donde ‘corresponde’ significa que las dos partes juegan roles similares en sus respectivas estructuras. (Hofstadter, 1999:49)

La transmisión de significados se puede dar de varias formas. Una es mediante el ejercicio del poder, en donde los líderes de una organización establecen el sistema de significados y lo implantan en los demás miembros de la organización a través mecanismos premio-castigo; otra forma es mediante la práctica en donde los valores se refuerzan o son sustituidos mediante su confrontación directa en la experiencia cotidiana; finalmente, la narrativa (contar historias), una especialidad de KM, es otra manera que se utiliza para transmitir significados.

A lo largo de la historia la discusión sobre la epistemología ha enfrentado a dos visiones opuestas, el realismo y el idealismo. El realismo parte de la postura de que existe una realidad externa conocible; el idealismo postula que no es posible tener un conocimiento certero e inmediato de lo que yace afuera de nuestra mente. Curiosamente ambas epistemologías tienen una implicación en común y es que la cognición siempre precede a la acción, por lo cual no es necesaria una epistemología de la práctica; sin embargo, el explicar toda la práctica con referencia al pensamiento orientado a objetivos parece ser una idea demasiado limitada, ya que muchas acciones realizadas por los seres humanos parecen no responder a una lógica de este tipo (Spender, 2005:136).

Según los estudios realizados por Piaget y Vygotsky, el surgimiento de la conciencia está íntimamente ligado a la práctica. Piaget postula en *La construcción de la realidad en el niño* (1937) que el surgimiento de la conciencia se da en los primeros años de vida (aproximadamente 4), cuando el niño construye una representación del mundo externo por medio de acciones de

exploración en un proceso guiado básicamente por la genética. Para Vygotsky la conciencia es modelada a través de procesos sociales, principalmente mediante interacciones entre el niño y sus padres o personas encargadas de darles protección y cuidados. Así que desde el punto de vista de estos investigadores la práctica precede y forma nuestras conciencias. (Spender, 2005: 137) (Ceberio y Watzlawick, 2006: 77)

Se pueden distinguir tres tipos de práctica. Por una parte se encuentra la práctica orientada a objetivos (precedida de la razón); también existe la práctica orientada a la identidad, en sentido de que ayuda a formar, mantener y proteger nuestra conciencia o lo que podríamos llamar identidad social; finalmente queda un residuo conformado por prácticas no explicables. (Spender, 2005: 138)

Un tema que es frecuentemente abordado y genera polémica entre los autores de KM es respecto a la capacidad de articular y comunicar el conocimiento. En la literatura se asume que el conocimiento puede ser explícito, es decir, que se puede articular y codificar mediante algún lenguaje, o tácito, no codificado o articulado en algún lenguaje. El principal debate entre los autores de KM gira en torno a la posibilidad de transformar el conocimiento tácito en explícito.

Nonaka, Toyama y Konno, entre otros, postulan que existen diversos modos en que el conocimiento pasa de tácito a explícito y viceversa. Según ellos estos procesos son la *socialización*, en donde hay una conversión de conocimiento tácito a nuevo conocimiento tácito; la *externalización*, que implica que el conocimiento tácito se convierte en explícito; la *combinación*, que consiste en mezclar conocimientos explícitos para conformar nuevo conocimiento explícito; y por último está el mecanismo de interiorización, proceso en el cual el conocimiento explícito se asimila en el individuo como conocimiento tácito. (Nonaka, et al., 2005) Para estos autores conocimiento tácito y explícito son dos extremos del conocimiento, y por ende, a través de alguno de los procesos propuestos se puede transitar de un tipo a otro. Para ellos el conocimiento tácito es aquel que es difícil de articular mediante algún lenguaje (difícil, pero no imposible).

Por otro lado están los que, encabezados por Polanyi, postulan que no existe transición entre el conocimiento tácito y explícito. Más que dos extremos opuestos, estos tipos de conocimiento son dos caras de la moneda (el conocimiento). El conocimiento tácito no es

articulable por medio del lenguaje y por lo tanto no existe una transición posible a conocimiento explícito. Por ejemplo, a una persona que no sabe andar en bicicleta se le pueden explicar los principios teóricos que hacen posible el funcionamiento de este aparato, sin embargo, estos conocimientos le serán de poca utilidad a la hora de enfrentarse cara a cara con una bicicleta y tener que conducirla. El saber andar en bicicleta es un conocimiento tácito que sólo podemos adquirir mediante la práctica. (Tsoukas, 2005)

Existen dos tipos de conciencia cuando se ejerce una habilidad. Por ejemplo, cuando tratamos de poner un clavo en una pared mediante un martillo somos conscientes tanto del martillo como del clavo de manera diferente. Observamos el efecto de los martillazos sobre el clavo y tratamos de pegarle al clavo de manera precisa. El principal objeto de atención es el clavo, es el objetivo focal. Al mismo tiempo somos conscientes de las sensaciones en la palma de la mano cuando tomamos y golpeamos con el martillo, pero esta conciencia es subsidiaria, ya que no es el principal foco de atención. (Tsoukas, 2005:111)

Según Polanyi, el conocimiento tácito forma un triángulo en cuyos vértices se ubican los *detalles subsidiarios*, el *objetivo focal* y el *individuo que conoce* que liga a los dos primeros. De esta manera el establecimiento de una relación entre los *detalles subsidiarios* y el *objetivo focal* no es un hecho automático sino un acto por parte del *individuo*; en este sentido Polanyi habla sobre todo el conocimiento como personal y del saber como una acción. Ningún conocimiento es posible si la persona no integra los subsidiarios al objetivo focal; sin embargo, a diferencia de la inferencia explícita, la integración mencionada es esencialmente tácita e irreversible. Una vez que se aprende a tocar el piano no se puede regresar a la “ignorancia” de cómo hacerlo. Por otro lado, el mover la atención a los detalles subsidiarios cambia por completo el carácter de la actividad en la que uno está involucrado. No es lo mismo poner la atención en aprender a andar en bicicleta que en aprender a explicar cómo andar en bicicleta. (Tsoukas, 2005:112)

Finalmente, se tienen las dimensiones individual y grupal del conocimiento. Por lo regular se tiende a hablar del conocimiento como conocimiento individual argumentando que el aprendizaje tiene lugar en las cabezas de los individuos; sin embargo, en los años recientes ha aparecido un volumen creciente de investigaciones y publicaciones que han empezado a tratar el conocimiento grupal y organizacional. Esta tendencia es inferida en temas que aparecen en la literatura como es el caso de las *comunidades de práctica*, *competencias base*, *cognición situada*

y en la *espiral de creación de conocimiento organizacional*. En los temas mencionados se trata la manera en cómo los individuos se organizan en un grupo involucrándose en prácticas que son características de ese grupo (comunidades de práctica); cómo los grupos e individuos hacen el “trabajo real” y cómo ese trabajo puede ser apoyado, enriquecido y dirigido (competencias base); el papel de la participación en la innovación y la ampliación en las capacidades organizacionales del grupo, etcétera. (Cook y Brown, 2005: 58)

2.2 Constructivismo.

Las primeras décadas del siglo XX marcaron un cambio de paradigma en la ciencia. La teoría de la relatividad y la mecánica cuántica modificaron las nociones tradicionales de espacio, tiempo y hasta de la realidad misma.

Dentro de la mecánica cuántica uno de los postulados más influyentes lo constituye el *principio de incertidumbre* de Werner Heisenberg que dice que uno no puede simultáneamente medir la posición y el momento de un objeto con cualquier precisión deseada.

Cualquier error al medir el momento, puesto que la masa suele estar bien determinada, conducirá a un error en la velocidad. Y es precisamente el conocimiento simultáneo de la posición y la velocidad lo esencial para saber dónde estará un objeto en lo futuro. Si sabemos cuál es la rapidez de un objeto pero tenemos una idea poco exacta de dónde está, nos encontramos igual de mal o peor cuando se trata de predecir dónde estará en algún momento futuro. (*March, 1988:256*)

La consecuencia de este postulado resultó devastadora para los defensores del realismo, este principio resalta el hecho de que no es posible “conocer” un objeto de manera pura; el mero hecho de observarlo produce perturbaciones en él.

Por otra parte el mismo Heisenberg mencionaba que:

La realidad de la que podemos hablar nunca es la realidad a priori, sino una realidad conocida, a la cual damos forma. Tomando en cuenta esta última formulación, puede objetarse que, después de todo, existe un mundo objetivo e independiente de nosotros y de nuestro pensamiento, que funcione o pueda funcionar sin nuestra intervención, que es lo que efectivamente deseamos significar cuando investigamos; esta objeción tan convincente a primera vista, debe advertir que incluso la expresión “hay” se origina en el lenguaje humano, y no puede revelar algo que no se relacione con nuestra comprensión. Para nosotros “hay” solo un mundo donde la expresión “hay” tiene significado. (*Ceberio y Watzlawick, 2006:65*)

El constructivismo es una teoría epistemológica cuyas raíces se pueden rastrear hasta Kant quién en su pensamiento plasmó la idea acerca de la imposibilidad que tiene el sujeto para acceder directamente a la realidad. Otros ejemplos de personajes que han aportado ideas utilizadas en la elaboración de una teoría constructivista son Piaget con su epistemología genética; Heinz Von Foerster que dentro del campo de la cibernética estableció que el sistema nervioso no puede distinguir de manera absoluta entre una percepción y una alucinación debido a que ambos son patrones de excitación neuronal; en neurofisiología Maturana y Varela vieron en el conocimiento un componente necesario en los procesos de autopoiesis (o auto-producción) que caracterizan a los seres vivos. (Heylighen,1997)

El constructivismo es considerado como la epistemología de la cibernética de segundo orden. Nace como un modelo teórico del saber y de la adquisición de conocimiento. De acuerdo a este enfoque la realidad es una construcción del individuo que se establece a partir de interacciones entre el sujeto (sistema cibernético) y su entorno. De acuerdo al constructivismo un organismo nunca es capaz de reconocer, descubrir o remediar la realidad, y sólo puede construir un modelo que de alguna manera se acerque a ella. Por medio de la comunicación, dos o más sujetos que se relacionan y se acoplan estructuralmente en la coordinación de sus conductas pueden construir un mundo conjuntamente. Este acoplamiento da lugar a la vida social, en donde el lenguaje es una de sus consecuencias. (Ceberio y Watzlawick, 2006:74)

Ernst von Glasersfeld define el constructivismo radical a partir de dos principios básicos: 1) El conocimiento no es pasivamente recibido a través de los sentidos o por medio de la comunicación, sino que es activamente construido por el sujeto conocedor; 2) La función de la cognición es adaptativa y sirve para la organización del mundo de experiencias del sujeto, no para el descubrimiento de una realidad ontológica objetiva. (Heylighen,1997)

Con la finalidad de alcanzar sus objetivos, eliminando las perturbaciones que produce el entorno, el organismo construye modelos a partir de su percepción de la realidad. La realidad (entorno del sistema) tiene un papel fundamental debido a que determina qué modelos perdurarán en el organismo. De esta manera, mediante el mecanismo de selección natural, los modelos que no hacen posible la adaptación del organismo son desechados, implicando por lo regular la

muerte del organismo mismo. Aquellos organismos que cuenten con un modelo adecuado sobrevivirán.

En cibernética se dice que un sistema cibernético S con propósitos cuenta con conocimiento si tiene un modelo de alguna parte de la realidad como es percibida por el sistema. (Turchin, 1991b) Una pieza de conocimiento puede estar constituida por una predicción, o por una aseveración que nos lleve a generar piezas de conocimiento. De esta manera se puede producir una jerarquía de conocimiento.

Los organismos vivos han utilizado el mecanismo de prueba y error a lo largo de millones de años para construir los modelos que se encuentran en el código genético; sin embargo, en los organismos más evolucionados ha aparecido una capacidad que lleva a una adaptación más rápida, el aprendizaje. Mediante esta característica el organismo construye modelos tomando en cuenta su experiencia previa, lo cual implica la retroalimentación con el entorno. Los modelos que fracasan son desechados, los modelos exitosos son conservados y reforzados constantemente a partir de la retroalimentación. La creación de conocimiento es un proceso recursivo, auto-referencial, que en todo momento hace alusión a nuestra relación con el entorno.

Todo proceso cognitivo requiere de una acción básica por parte del sujeto, la acción de distinguir; de la capacidad de trazar diferencias depende en buena medida la posibilidad de conocer el mundo (nuestra construcción de él). Recordemos la definición de información como las diferencias que establecen una diferencia. Así, la forma de conocer y construir el mundo es un proceso recursivo que pasa por las fases de observación, distinción, descripción y de nuevo pasar a distinciones y nuevas observaciones. Esta construcción recursiva del conocimiento es jerárquica, pasando a través de la acción recursiva a niveles más complejos. Estas jerarquías difieren de otras, como la de Ackoff, en que los niveles superiores emergen ofreciendo formas de organización, comportamientos y relaciones que no se pueden explicar tan sólo en términos de los elementos y relaciones dadas en niveles inferiores.

Donald T. Cambell dentro de su Epistemología evolutiva establece tres principios básicos. (Heylighen, 1995)

- Por un lado la variación ciega y la retención selectiva nos indican que en un nivel básico los procesos que generan nuevo conocimiento son creados mediante pruebas al “azar” y a

través de estas pruebas solo sobrevive el conocimiento que pase el proceso de selección por parte del entorno;

- Una vez que se ha encontrado un conocimiento que se ajusta a la percepción del mundo se hacen nuevas pruebas que ya no son a ciegas, es decir, son seleccionadas internamente en comparación con ese conocimiento antes de pasar a un proceso de selección en el entorno, a esto se le llama *selector vicario*;
- Finalmente los *selectores vicarios* son organizados en una jerarquía anidada: un selector retenido puede ser variado y seleccionado por otro selector en un nivel jerárquico más alto. Esto conduce a una organización del conocimiento en múltiples niveles.

Bateson, en su obra *Espíritu y naturaleza* (1979) señala que sus métodos de investigación estuvieron determinados por la alternancia entre los que llamo *la clasificación de la forma y la descripción del proceso*. *La clasificación de la forma* corresponde a la categorización que se le atribuye a las acciones simples. *La descripción del proceso* se refiere a la observación *pura* de las acciones propiamente dichas, o sea, sin marcos semánticos que la integren a un rubro y sin atribuciones de significado. Bateson establece un esquema en donde los distintos órdenes de recursión van de menor a mayor complejidad, discriminando las acciones simples, las interacciones, hasta llegar al nivel más complejo de las coreografías desde dos niveles lógicos diferentes: las descripciones puras y las categorizaciones. (Ceberio y Watzlawick, 2006: 108) (figura 2.1)

Cabe preguntarse ¿cómo se establecen los criterios de validez del conocimiento? Por lo regular los autores mencionan dos criterios que abarcan perspectivas diferentes. Por un lado se encuentra el criterio de *coherencia*, es decir, el acuerdo entre los diversos patrones cognitivos dentro del cerebro del individuo. Por otro lado tenemos el *consenso*, o el acuerdo entre los patrones cognitivos de distintos individuos.

Finalmente es necesario tratar el tema de la ciencia y el conocimiento científico. Con respecto a la ciencia Bateson menciona:

La ciencia, como el arte, la religión, el comercio, la guerra y hasta el dormir, se basa en *presupuestos*. No obstante, difiere de la mayoría de las otras ramas de la actividad humana en esto: no sólo los senderos por los cuales discurre el pensamiento científico están determinados por los presupuestos de los hombres

de ciencia, sino que el objetivo de estos últimos es la comprobación y revisión de los viejos presupuestos y la creación de otros nuevos. (Bateson, 2006:35)

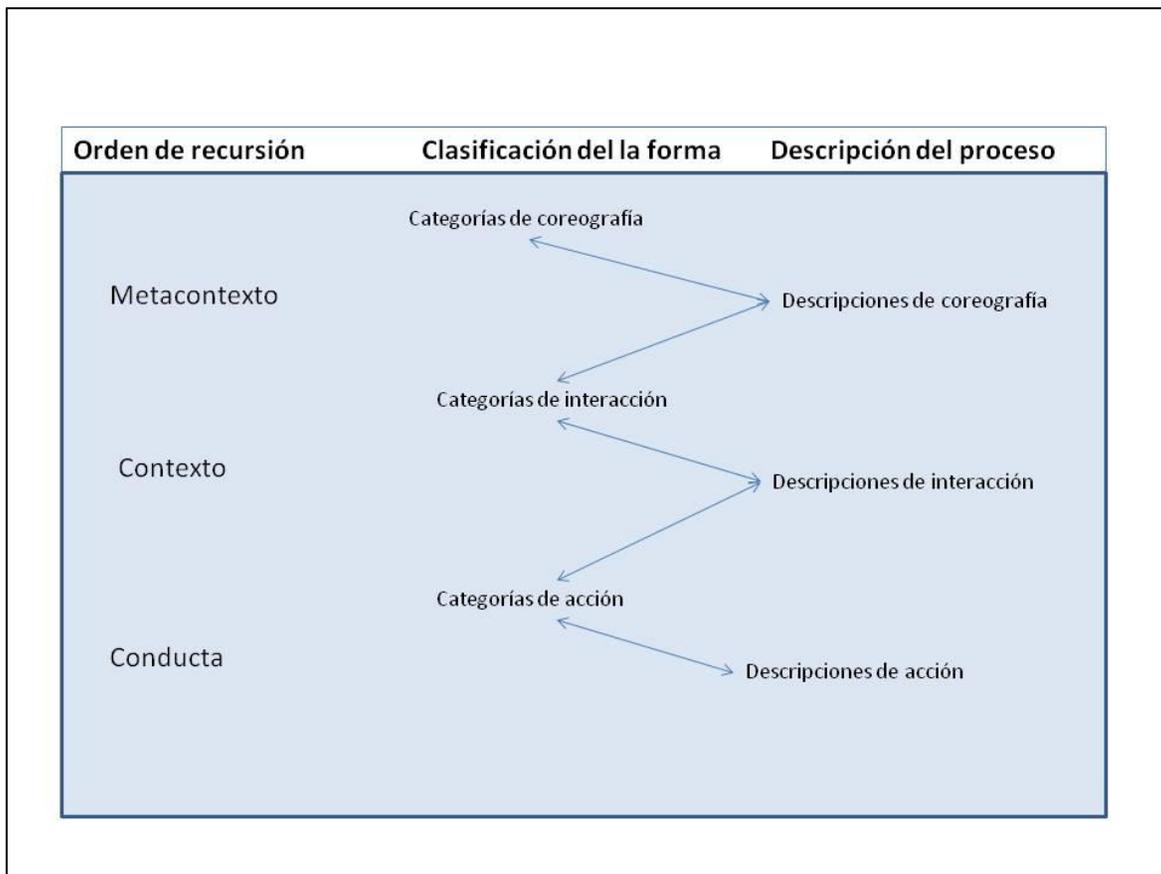


Figura 2.1 Proceso de clasificación de la forma y descripción del proceso según Bateson. Esquema tomado de (Ceberio y Watzlawick, 2006: 109)

Muchos autores de filosofía de la ciencia mencionan que el conocimiento científico es producto de un método establecido; sin embargo, es pertinente mencionar que en la práctica no existe un método científico como tal. En palabras de Ruy Pérez Tamayo:

El *método científico*, concebido como una receta que, aplicada a cualquier problema, garantice su solución, realmente no existe, pero tampoco puede negarse que la mayor parte de los investigadores trabajan de acuerdo con ciertas reglas generales que a través de la experiencia han demostrado ser útiles. La descripción de estas reglas es lo que se conoce como el método científico. (Pérez, 1989:29)

La cibercartografía tiene su base científica en la cibernética, la teoría general de los sistemas y en algunas disciplinas científicas que confluyen en ella (matemáticas, ciencias computacionales, biología, etc.), sin embargo, pienso que aún queda

pendiente la formalización de parte de las reglas (método científico) que le dan un carácter único a la cibercartografía³.

En conclusión, el conocimiento científico que busca generarse a través de un proceso de cibercartografía debe responder a los criterios de coherencia y consenso. Tendrá que basarse en presupuestos que puedan ser comprobados y revisados constantemente. Por otra parte, su creación debe responder a un conjunto de normas aceptadas (tácita o explícitamente) por un grupo de especialistas (científicos).

2.3 Conocimiento espacial.

El conocimiento espacial es un elemento central en diversas disciplinas como la geografía, las ciencias de la información geográfica y, por supuesto, la cibercartografía. A continuación se dará una breve introducción a los mapas cognitivos y la descripción de algunos modelos de conocimiento espacial. Posteriormente se hará un repaso de algunas teorías que tratan sobre el aprendizaje y la adquisición de conocimiento espacial estableciendo una diferencia entre el conocimiento adquirido a través de la interacción directa con el entorno (de primer orden) y el adquirido a través de modelos (de segundo orden).

2.3.1 Mapas cognitivos.

El espacio es el marco de la existencia humana, diariamente las personas interaccionamos de manera compleja con el entorno físico que nos rodea. A lo largo del día nos vemos enfrentados con diversos problemas y decisiones que involucran decisiones y comportamientos espaciales como son el hecho de trasladarse de un sitio a otro y elegir una ruta que nos lleve a nuestro destino.

Mapa cognitivo es el término que se 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)

³ También debemos recordar que en la cibercartografía también confluyen disciplinas no científicas, como es el caso de las artes visuales.

Los modelos existentes sobre el conocimiento espacial son muy diversos, gran parte de ellos se ha presentado en la geografía y la psicología. En tiempos más recientes estos modelos se han abordado desde enfoques multidisciplinarios. En gran medida el trabajo realizado ha sido teórico y muchas de estas teorías requieren de investigaciones que las validen en la práctica.

Las relaciones establecidas entre los individuos y el espacio tienden a ser muy variadas y por ende, las estrategias abordadas por los individuos para la cognición del espacio son diversas. Así, por ejemplo, la forma utilizada por las personas para ubicarse en el espacio tiende a ser diferente en una ciudad con un patrón bien definido de cuadrícula en comparación con una ciudad con un patrón más desordenado. Por otro lado, los modelos de conocimiento espacial tienden a depender de la escala.

Diversos autores han tipificado el espacio de muchas formas dependiendo de la escala. Por lo regular estas categorizaciones van de pequeña a gran escala incluyendo características como la manipulabilidad de los objetos encontrados en estos espacios y el hecho de que puedan ser experimentados desde uno o varios puntos de vista (lo cual implica el movimiento del individuo). Como ejemplo se puede citar el trabajo realizado por Freundshuh y Egenhofer que proponen seis categorías de espacio: *espacio de objetos manipulables*, *espacio de objetos no manipulables*, *espacio ambiental*, *espacio geográfico*, *espacio panorámico* y *espacio mapa*. (Freundshuh y Egenhofer, 1997)

2.3.2 Modelos de mapas cognitivos.

En la literatura existe una extensa variedad de propuestas referentes a los modelos de mapas cognitivos. Kitchin y Blades hacen una distinción general de los modelos ubicándolos en seis categorías (Kitchin y Blades, 2002): los modelos *perceptuales* (o Gibsonianos), los de *procesamiento de la información*, los *modelos transaccionales*, los *modelos de proceso computacional* (CPM), los *conexionistas* (redes neuronales) y las *redes inter-representacionales* (IRN).

Los modelos Gibsonianos (plasmados en los trabajos de J.J. Gibson, Heft y Hay, entre otros), no se enfocan en la cognición. La idea subyacente en este esquema es que las características del entorno son percibidas directamente por el individuo sin la intervención de procesos cognitivos. Estos modelos son de poca utilidad desde el punto de vista de la cibernética,

ya que asumen un enfoque realista, en donde el sujeto percibe directamente la realidad sin la mediación de ningún modelo cognitivo.

En términos generales los modelos *de procesamiento de la información* enfatizan el hecho de que el comportamiento humano es mejor entendido si, en lugar de estudiar el comportamiento en sí mismo, se examinan los pensamientos, el conocimiento y las decisiones que lo influyen. Kitchin y Blades hacen mención a que el problema de los modelos de este tipo radica en que no se ha dado un progreso sustancial en el desarrollo y pruebas de los mismos; a su vez, son criticados por tener un modelo psicológico ingenuo. (Kitchin y Blade, 2002:18) Un elemento que aleja estos modelos de las ideas abordadas en el presente trabajo es el hecho de que en ellos la información tiende a ser ubicada en el entorno (o mundo real). Como hemos visto, la información es producida por la conjunción de datos y significado (el significado es producido en la mente de los individuos) por lo que la información no puede estar en el entorno (Figura 2.2).

En el modelo de la figura 2.2 las cajas representan conceptos, mientras que las flechas representan ligas entre los conceptos. El punto de partida del modelo es el entorno, que es la fuente de información; esta información es filtrada por un sistema de receptores perceptivos que son básicamente los cinco sentidos. Se le da significado a la información a través de su interacción con el sistema de valores del individuo y su mapa cognitivo del mundo real; la información es utilizada para actualizar el mapa cognitivo y para establecer los criterios de toma de decisiones. El modelo enfatiza el papel del individuo en la selección de la información que es procesada. También se enfatiza el hecho de que el comportamiento del individuo en el entorno es afectado por las preferencias. Este ciclo es reiterativo. . (Kitchin y Blade, 2002)

Los *modelos de proceso computacional* (CPMs) fueron desarrollados a partir de la década de los 80s del siglo pasado. La mayoría de los modelos consistían de un módulo de comportamiento y un ambiente de tareas objetivas en el que éste operaba. Por lo regular, el módulo de comportamiento estaba constituido por tres entidades interrelacionadas: (a) una estructura de conocimiento que especificaba la forma en la que la información era representada simbólicamente; (b) los procesos por los cuales la estructura de conocimiento se accedía y era modificada; y (c) una “arquitectura cognitiva” que organizaba y controlaba el procesamiento de la información. El desempeño de estos modelos por lo general se justificaba mediante la comparación con el desempeño de los seres humanos en tareas concernientes a hallar rutas, pero

los CPMs tuvieron poca influencia a la hora de estimular la investigación en las tareas de encontrar rutas en el mundo real. (Kitchin y Blades, 2002:24-28) Los CPMs tienen semejanza con el modelo epistemológico constructivista, ya que utilizan el mecanismo de prueba y error para la obtención de conocimiento y cuentan con una estructura conceptual.

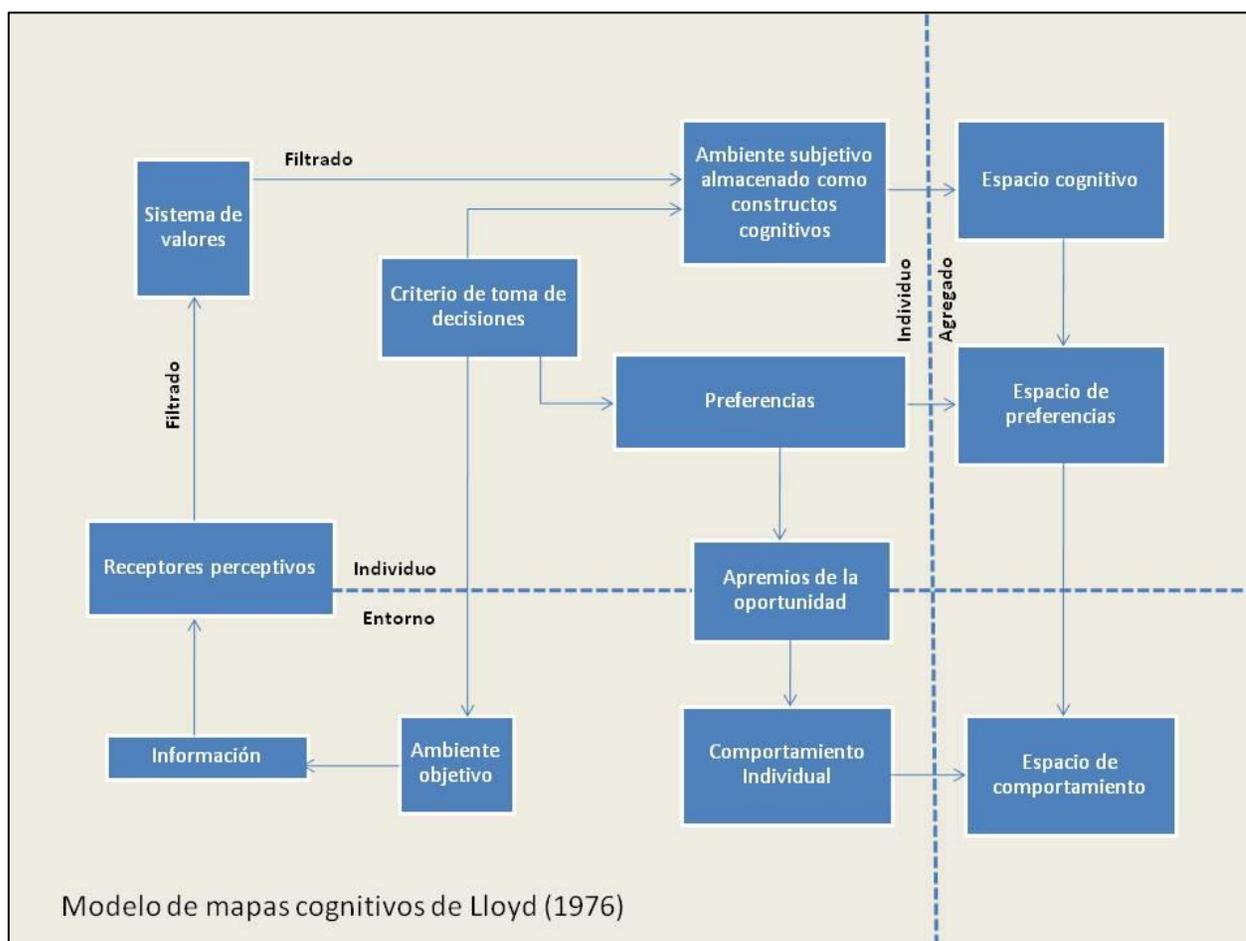


Figura 2.2 Modelo cognitivo de procesamiento de la información. Esquema tomado de (Kitchin y Blade, 2002:18:17). Traducción y edición del autor.

A finales de la década de los 1980s, los modelos CPM dieron paso a los modelos basados en redes neuronales. Estos modelos pueden ser imaginados como grafos topológicos dirigidos consistentes de nodos (elementos procesadores) conectados por canales de señales unidireccionales que contienen pesos numéricos (Kitchin y Blades, 2002).

Las redes neuronales pueden representar objetos conceptuales como lugares, palabras, así como elementos abstractos y recibir o enviar señales a otras neuronas. La información en las

redes neuronales no está compartimentada en el sentido que puede ser accedida a través de diferentes conjuntos de neuronas (Kitchin y Blades, 2002:28-31). En el modelo de la figura 2.3, la información codificada en la red está relacionada con la población, economía, política, etc. Cuando una neurona particular es activada (por ejemplo, temperatura alta) se diseminará la activación de las neuronas en otras categorías asociadas a esta característica.

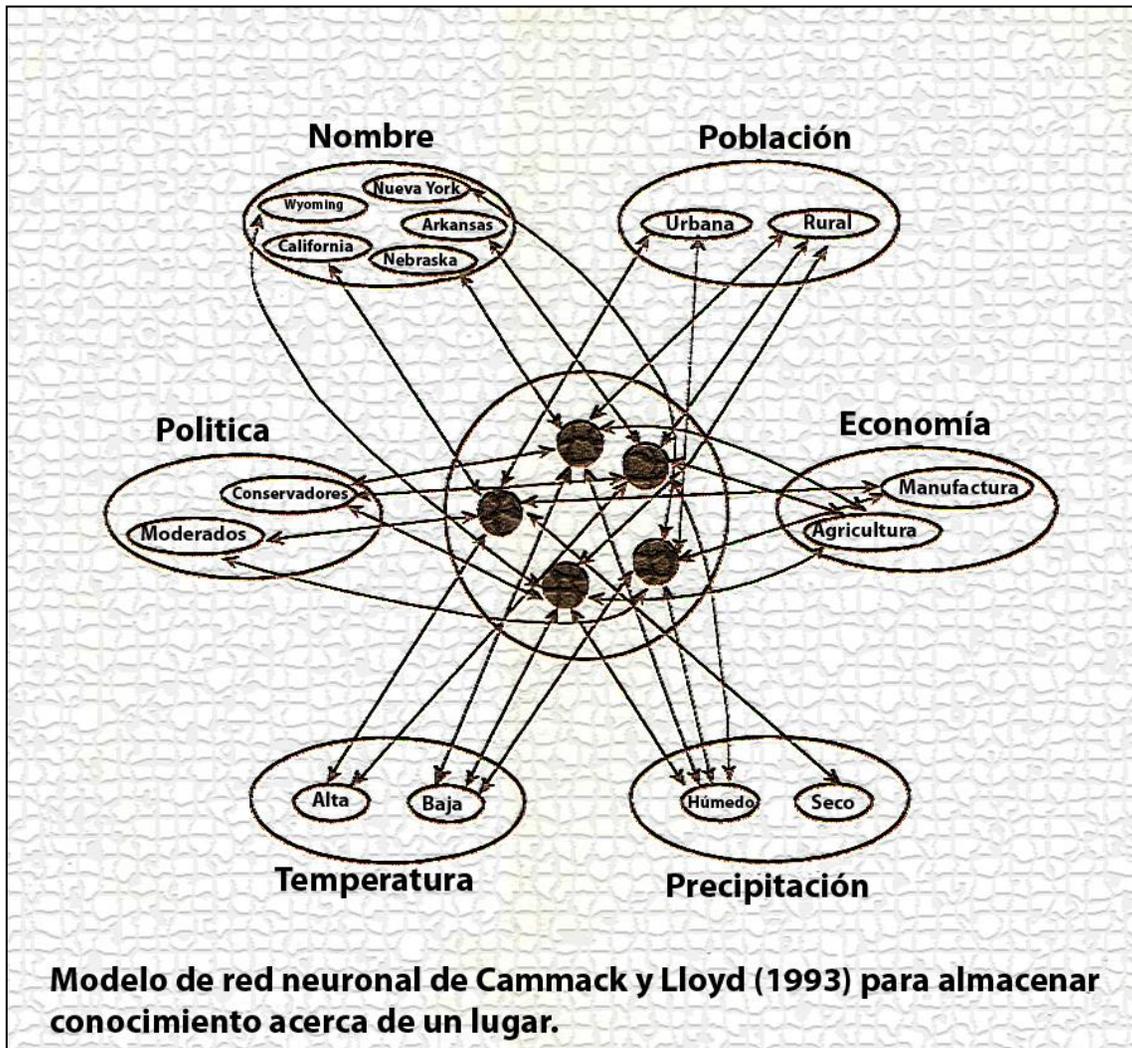


Figura 2.3 Modelo de redes neuronales. Imagen original tomada de (Kitchin y Blades, 2002:29). Traducción y edición del autor.

También en los modelos de redes neuronales podemos observar elementos de la cibernética como es el caso del comportamiento orientado a objetivos. Por ejemplo, Schmajuk y Thieme propusieron un modelo que consistía de dos partes principales: (a) Un sistema de acciones consistente de un mecanismo neuronal que buscaba cumplir metas controladas por un sistema

motivacional; y (b) un sistema cognitivo. El modelo consistía de un mecanismo orientado a objetivos que mostraba un carácter exploratorio hasta que se encontraba el objetivo o una predicción sobre el objetivo pudiera ser generada. Posteriormente se utilizaba un comparador que confrontaba las vistas previstas con el objetivo y modificaba el mapa cognitivo si se encontraba que no había concordancia. (Schmajuk y Thieme, 1992) en (Kitchin y Blades, 2002:29-30)

Los modelos *transaccionales* reciben ese nombre debido a que tanto el individuo como el entorno no son considerados como entidades separadas, el entorno es seleccionado e interpretado en la medida que contribuye a los planes de acción del individuo.

Los primeros modelos transaccionales surgieron en la década de los 70s del siglo pasado y fueron propuestos por el psicólogo norteamericano Ulrich Neisser quien sugirió que los individuos cuentan con un esquema anticipatorio, estructurado a partir de experiencias pasadas y que está compuesto por asunciones, creencias y predicciones derivados generalmente de la experiencia con el entorno. Este esquema será la guía para el comportamiento del individuo, el cual está enfocado a lograr sus propósitos. (Kitchin y Blades, 2002: 20-24) En este modelo los individuos son selectores activos de la información que es relevante para sus necesidades inmediatas. A su vez, el individuo, a través de los procesos de retroalimentación con el entorno, actualizará y ajustará su esquema.

Derivado del modelo anterior Aitken y Bjorklund propusieron dos modelos transaccionales relacionados. Su idea era que los entornos son sistemas dinámicos y variables, y que la gente busca mantener un nivel aceptable de homeostasis con ellos. Para hacer esto, las personas pueden reestructurar sus conductas cambiando de un comportamiento habitual a un comportamiento con propósito o viceversa. Las figuras 2.4 y 2.5 muestran de manera esquemática los dos modelos propuestos por Aitken y Bjorklund. El primero resume las cuatro formas de relación entre el humano y el entorno, mientras que el segundo modelo describe al comportamiento humano como un mediador del cambio.

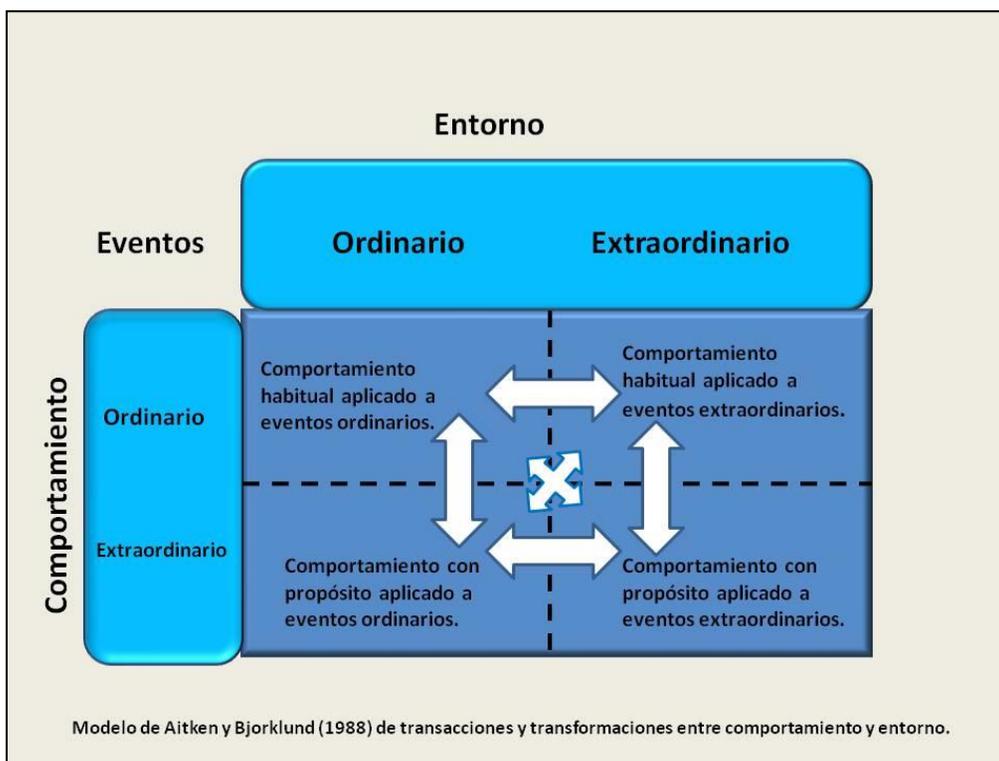


Figura 2.4 Cuatro formas de interacción entre el humano y su entorno. Imagen tomada de (Kitchin y Blades, 2002:22). Traducción y edición del autor.

Los modelos transaccionales son apegados a la cibernética de segundo orden ya que consideran elementos como la retroalimentación con el entorno, la influencia de la experiencia pasada en la conformación de los mapas cognitivos y en la construcción de la realidad del individuo, el conocimiento como un elemento dinámico y el comportamiento orientado a propósitos de los sistemas cibernéticos.

Los modelos de *redes inter-representacionales* son una teoría reciente propuesta por Haken y Portugali y suelen ser la extensión de los modelos transaccionales, enfatizando la interdependencia de las representaciones internas (cognitivas) y las representaciones externas (ambientales). Cuando una persona experimenta un nuevo entorno existirá una interacción entre las representaciones internas almacenadas en el individuo, (producto de la experiencia de entornos anteriores), y la percepción de patrones externos en un nuevo entorno. Las fuentes (internas y externas) crearán un mapa cognitivo que en un principio podrá estar incompleto, pero que pautará futuras prácticas exploratorias en el entorno que a su vez agregaran información al mapa cognitivo. (Kitchin y Blades, 2002:31-32)

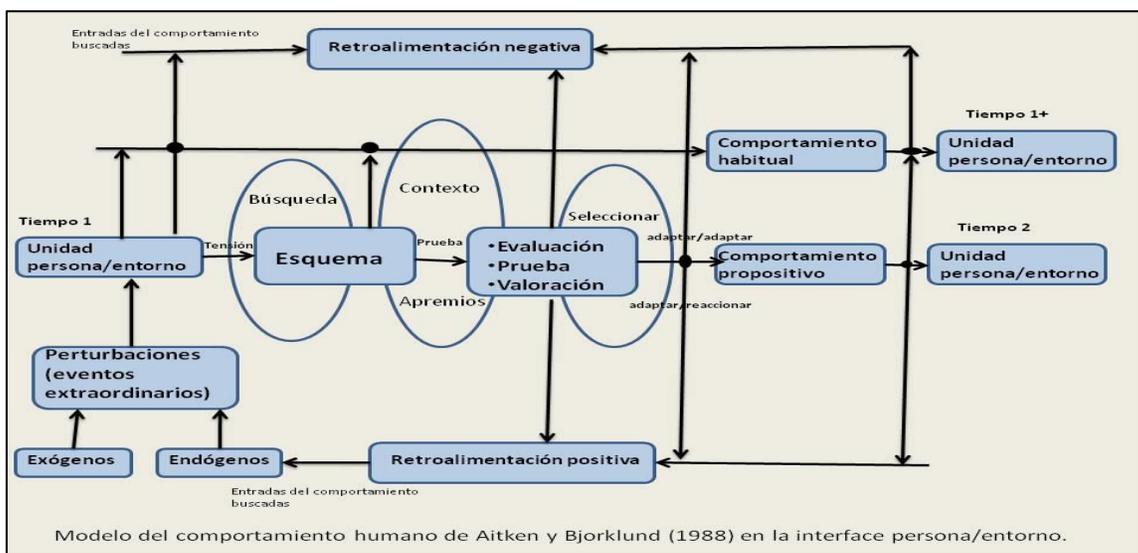


Figura 2.5 Modelo transaccional de Aitken y Bjorklund. Imagen tomada de (Kitchin y Blades, 2002:23). Traducción y edición del autor.

El enfoque de *redes inter-representacionales* está directamente relacionado con la sinergia (creada por el propio Hermann Haken), que es una ciencia interdisciplinaria que busca explicar la formación y auto-organización de patrones y estructuras en sistemas abiertos que están lejos del equilibrio termodinámico.

2.3.3 Conocimiento espacial de 1er orden.

El conocimiento espacial de primer orden es obtenido a través de la interacción directa con el entorno espacial, es decir, es un conocimiento basado en la navegación, que implica la colección y procesamiento de la información espacial explícitamente ligada a la interacción del individuo con el entorno. (Kitchin y Blades, 2002:35-44)

Podemos enmarcar las teorías del aprendizaje espacial de primer orden en dos rubros: por un lado, las teorías que establecen que el conocimiento espacial de primer orden se organiza en niveles jerárquicos y por otro, las que postulan que el conocimiento espacial se estructura con base a la memorización de vistas del entorno.

Dentro de las teorías jerárquicas existen diferencias en cuanto a qué elementos conforman los distintos niveles de conocimiento. Siegel y White propusieron en 1975 una teoría basada en las investigaciones de Piaget referentes a la cognición espacial en los niños, que comprende tres niveles de conocimiento espacial: *señales*, *rutras* y *conocimiento configuracional*. Según Siegel,

lo primero que el individuo aprende a distinguir en el entorno son señales, lo que constituye el primer nivel de aprendizaje. En un segundo nivel se encuentran las rutas, que consisten en señales a las cuales se les asocia una acción; conjuntos de señales y rutas conforman minimapas en donde las relaciones entre los lugares están bien establecidas. Finalmente llegamos al tercer nivel, el de conocimiento configuracional que consiste de varios minimapas relacionados entre sí de manera precisa y coherente. El conocimiento configuracional es el marco de referencia que permite estimar direcciones y distancias entre los lugares.

Golledge, en 1978, también propuso una teoría jerárquica, llamada de *puntos de anclaje*, en donde los elementos principales son nodos ligados en diferentes niveles. Un nodo tiene ligada información espacial (señales y trayectorias); los nodos o señales primarias son representados por lugares importantes para el individuo (como el hogar y el lugar de trabajo), los secundarios son lugares visitados frecuentemente (supermercados, restaurantes, tiendas, etc.), y así se continúa la jerarquía a niveles terciarios y más altos.

En el año 1981 Garling, junto con otros autores, rebatió las ideas de Siegel y White argumentando que los elementos primarios del conocimiento espacial son las rutas y no las señales. Esto debido a que la codificación del orden de las señales es, según Garling, equivalente al conocimiento de rutas (aprendidas antes que las señales).

Couclelis y otros (1987) expandieron la teoría del punto de anclaje sugiriendo que dentro de una jerarquía los nodos podrían ser además de señales, características que actuaran como puntos de referencia o anclajes, como puede ser el caso de la longitud de un camino. Así, los anclajes no se limitarían a ser puntos, sino también podrían ser líneas o áreas.

En cuanto a las teorías que no requieren de un orden jerárquico del conocimiento espacial se encuentran las de Cornell y Hay (1984), quienes propusieron que el conocimiento espacial podría ser adquirido través de la memorización de una serie ordenada de vistas del entorno. A partir de esas vistas se obtendría información métrica que conforma el conocimiento configuracional. Este tipo de teorías no ha tenido mucha atención por parte de los investigadores.

Finalmente, cabe mencionar, que existen diversos factores en el entorno que influyen en el aprendizaje espacial de los individuos. Algunos de estos elementos pueden estar conformados por

barreras físicas (montañas, ríos), la apreciación de la pendiente en una ruta y el número de virajes que se tengan que hacer para ir de un lugar a otro.

2.3.4 Conocimiento espacial de segundo orden.

El conocimiento espacial de segundo orden es el que hace posible la construcción de mapas cognitivos sin tener la necesidad de experimentar el entorno directamente. El aprendizaje espacial de segundo orden es un suplemento a la experiencia directa, y es la única fuente de información en escalas que no se pueden experimentar de manera directa, como son los países o los continentes. (Kitchin y Blades, 2002:44-48)

El mapa es sin lugar a dudas el principal modelo de aprendizaje espacial de segundo orden y su uso tiene dos efectos importantes sobre los mapas cognitivos. Por un lado, para las personas entrenadas, puede dar una guía acerca de como procesar y comprender la información espacial. Por otro lado, el estudio de los mapas puede llevar a un conocimiento más amplio de un área por medio de la revelación de relaciones espaciales.

Un mapa muestra relaciones espaciales entre todos los lugares que son representados en él. De esta manera es de gran utilidad para brindar conocimiento configuracional que, si no fuera por el mapa, tendría que ser construido en un proceso gradual basado en la experiencia directa.

Se puede decir que el aprendizaje a través de mapas depende de muchos factores, el principal de ellos es la habilidad del individuo para comprender el lenguaje gráfico en el cual se expresa el mapa. Otro efecto comúnmente observado cuando el aprendizaje se da por medio de mapas es el *efecto de alineación*, que nos indica que el mapa cognitivo del individuo (conformado a través del aprendizaje en el mapa) es específico a una orientación.

Otras de las fuentes de aprendizaje espacial de segundo orden son los libros, los atlas (que incluyen mapas, imágenes y texto) y la educación escolar. También la televisión, el cine, los periódicos, la radio y todo medio de comunicación en general pueden contribuir al aprendizaje de información espacial.

No se conocen del todo los mecanismos que llevan a la relación e integración de la información de primer y segundo orden en un mapa cognitivo. Todavía queda por hacerse mucha investigación al respecto.

En la siguiente figura 2.6 se presenta un modelo creado por Kitchin de adquisición de conocimiento espacial que intenta incluir diversas fuentes de información destacadas en la formación de mapas cognitivos.

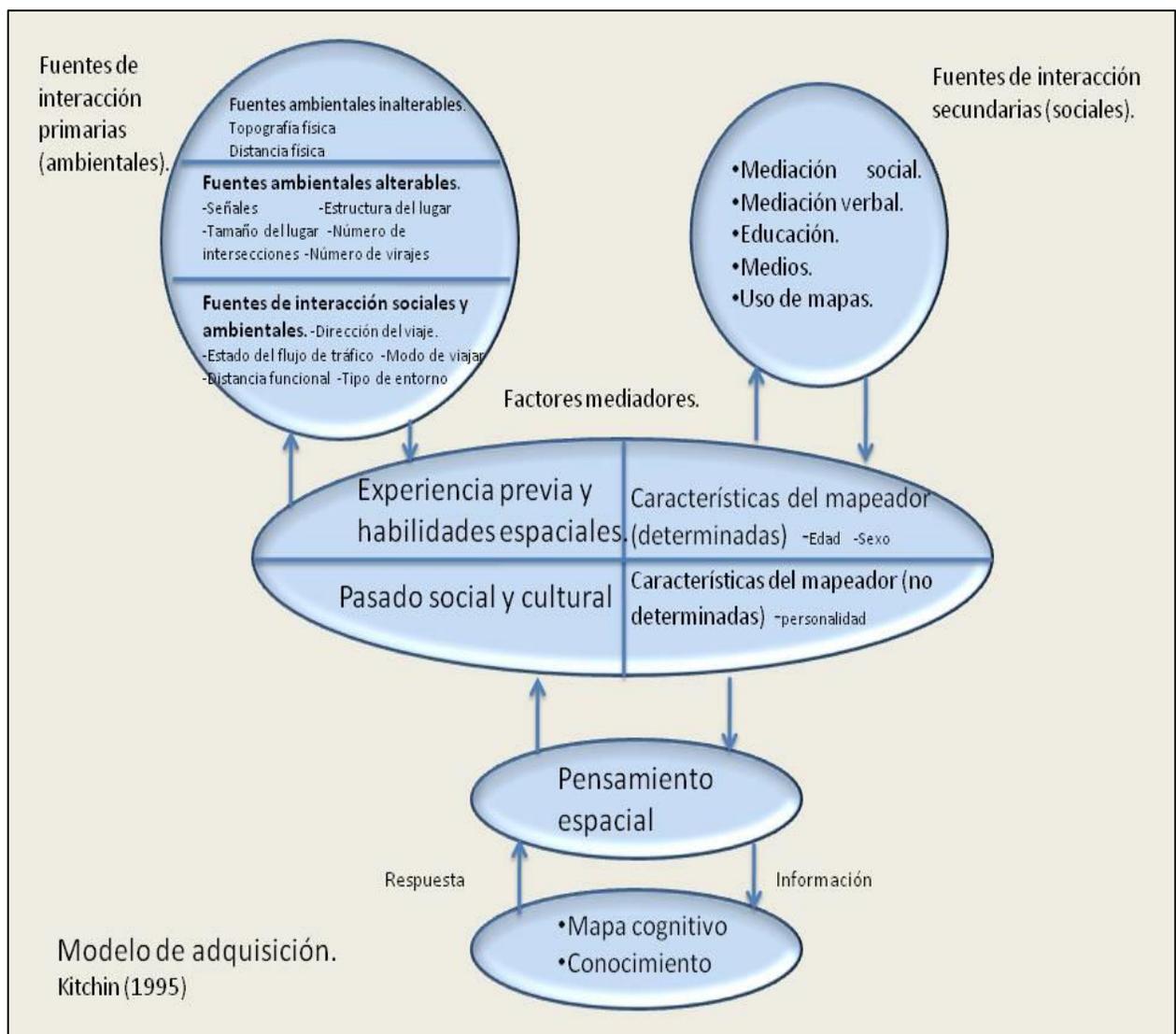


Figura 2.6 Fuentes de información para los mapas cognitivos. Imagen original de (Kitchin y Blades, 2002:36). Traducción y edición del autor.

2.4 Hacia la construcción del conocimiento cibercartográfico.

2.4.1 La cibercartografía como un proceso.

A lo largo del capítulo primero se abordó el marco teórico en el que está fundamentada la cibercartografía (la teoría general de los sistemas, la cibernética y el modelado). Por otro lado, en las secciones previas del presente capítulo se han plasmado diferentes ideas acerca del conocimiento: definiciones, tipos y dimensiones del conocimiento, la perspectiva constructivista y finalmente el conocimiento espacial.

Tomando en cuenta estos temas trataré de dar un acercamiento al conocimiento cibercartográfico y a los atlas cibercartográficos como el medio principal de representación de éste conocimiento y como elementos participantes en el proceso de generación de nuevo conocimiento. Es importante enfatizar que más que una nueva perspectiva, trataré de complementar las ideas que conforman el enfoque del CentroGeo.

Una primera idea sobre la cibercartografía es que debemos de entenderla como una disciplina cuyo eje principal es el proceso de representación y generación de conocimiento geoespacial. Este proceso tiene una meta principal que es el brindar información y conocimiento a un grupo social que busca resolver un problema geoespacial. Al conocimiento generado a partir de éste proceso lo he llamado conocimiento cibercartográfico.

Cuando nos referimos a términos como la cibercartografía en la Web, hablamos de artefactos dentro de una base tecnológica determinada; los productos cibercartográficos tan sólo son un elemento en el proceso de la cibercartografía y tienen que ser entendidos con un enfoque holista, en constante relación con el resto de los participantes involucrados.

En el proceso de la cibercartografía participan varios sistemas, cada uno de los cuales puede ser descompuesto en subsistemas. A grandes rasgos estos sistemas son: el entorno geográfico como marco general, la sociedad, grupos dentro de la sociedad (especialistas, involucrados, diseñadores), individuos y artefactos.

El artefacto cibercartográfico es un sistema cuya función es la de ser un medio de comunicación y representación del conocimiento. Retomando las ideas de Bisell y Dillon (2000:8), podemos decir que los modelos plasmados en los artefactos son puntos de partida para las conversaciones entre los actores involucrados en el proceso de la cibercartografía.

En términos generales el proceso de la cibercartografía se puede explicar mediante la hélice virtual en donde los ciclos producidos presentan subprocesos de naturaleza social u organizacional que dan pie a nuevas necesidades de conocimiento, procesos de investigación y diseño de la solución planteada, así como procesos tecnológicos que implementan las soluciones en un artefacto cibercartográfico⁴ (figura 2.7).

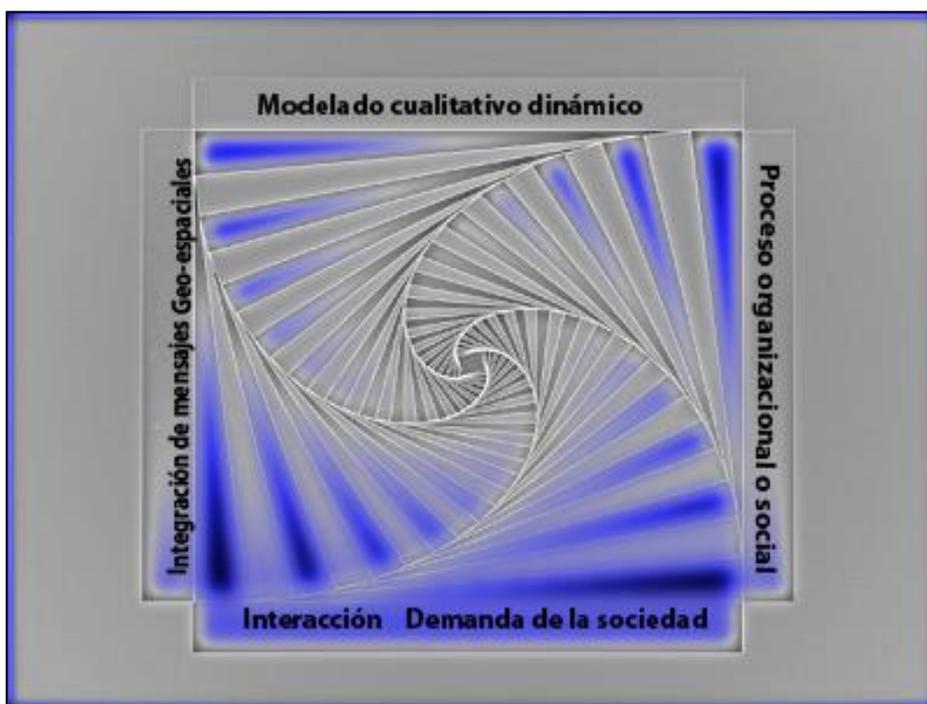


Figura 2.7 Hélice virtual. Imagen original tomada de (Reyes, 2005:86). Traducción y edición del autor.

2.4.2 Construcción de significados en la cibercartografía.

Una ventaja de la cibercartografía sobre otras disciplinas radica en el uso de la cibernética como bloque constructor en su marco teórico. La ciencia cibernética articula en un solo proceso los datos, la información, el conocimiento y la práctica, hecho que evita tener que caer en distinciones del conocimiento como datos, significados y práctica, así como en establecer

⁴ La descripción del ciclo de la hélice virtual se da en *Cybercartography from a modeling perspective* (Reyes, 2005)

vínculos complejos entre estos tipos. Desde la cibernética los datos, información, modelos y práctica (retroalimentación), sólo pueden entenderse en mutua dependencia. De faltar alguno de estos elementos no se puede contar con ningún tipo de proceso cognitivo.

Según Martínez y Reyes, los atlas cibercartográficos son modelados mediante la selección de mensajes geospaciales que son relevantes para los observadores (el grupo de investigación). (2005:105); por mensaje entendemos un objeto que tiene algún significado para algún agente (Turchin, 1991), y entendemos por agente la representación de una acción. Un agente es el portador de voluntad, la entidad que elige entre las posibles acciones (Turchin, 1997); en el caso de la cibercartografía los principales agentes son los seres humanos.

Es en este punto en donde llegamos a lo que, a mi parecer, es un elemento importante en el proceso de la cibercartografía. Uno de los principales objetivos de un proceso de este tipo consiste en la creación y transmisión de un marco de significados que sirva como contexto para integrar los diferentes modelos plasmados en un atlas. Esto lo entendemos si observamos el ciclo determinado por la *hélice virtual* y por aspectos incluidos en la metodología de desarrollo de los productos cibercartográficos. La cibercartografía pone énfasis en encontrar los modelos apropiados para resolver una problemática dada; los modelos tienen que ir de acuerdo a un marco de conocimiento (construido por los especialistas), pero a la vez, los lenguajes, mensajes y modelos utilizados en los artefactos cibercartográficos tienen que tomar en cuenta los aspectos culturales y organizacionales del grupo al cual va dirigido. La forma de producción del conocimiento en cibercartografía es multidisciplinaria y heterogénea. Todo esto denota el hecho de que el marco de significados no está dado, sino que tiene que ser construido y consensuado.

Esto a su vez marca una diferencia entre la cibercartografía y otras disciplinas como las ciencias de la información geográfica, en donde tradicionalmente existe un conocimiento disciplinario que establece un marco de significados que se asume como no problemático. Esto puede conducir a dificultades; Kitchin y Blades, al referirse a la utilidad de la investigación referente a los mapas cognitivos, mencionan algunas de las limitaciones de los sistemas de información geográfica como son la dificultad de comprender algunos sistemas y la facilidad con que los datos pueden ser mal interpretados (Kitchin y Blades, 2002:9).

¿Qué implica la construcción de un marco de significados? En mi opinión, básicamente está relacionado a la construcción o elección de un lenguaje adecuado en el cual se expresen los modelos creados en el proceso y que pueda ser entendido, si no por todos, por lo menos por los principales actores del proceso. Por otro lado, implica el establecer los presupuestos básicos a los cuales se fundamenta el conocimiento científico representado en los atlas.

2.4.3 Conocimiento en cibercartografía y mapas cognitivos.

Debido a que las problemáticas que resuelve la cibercartografía están vinculadas al espacio, los mensajes creados en el proceso tienen significados que están relacionados con el mapa cognitivo de los individuos; en otras palabras, es un conocimiento que busca ayudar a comprender las relaciones espaciales y ambientales establecidas en el entorno geográfico. Podemos decir que el conocimiento espacial generado en la cibercartografía se encuentra en un nivel configuracional (o mayor) y para ello se requiere del uso de un modelo geográfico que sirva como marco de referencia y que plasme de manera adecuada los elementos y relaciones que conforman la dinámica espacial.

Los mensajes geospaciales son integrados en un contexto común que representa el marco de significados construido en el proceso cibercartográfico. Fuera del contexto de su creación, los productos cibercartográficos pierden parte de su efectividad para comunicar mensajes.

Experience in the development of cybercartographic atlases shows the emergence of an integral form of information and knowledge that links communication elements and media that collectively articulate the spatial dimension, but which lose their effectiveness in isolation. (Martinez y Reyes, 2005:109)

De acuerdo al constructivismo radical cada individuo tiene su propio “modelo del mundo”. Sin embargo, basados en las ideas de Vygotsky, podemos suponer que gran parte de este modelo ha sido creado a partir de procesos sociales; de esta manera podemos establecer un sistema común de significados que conforman la “realidad social”, lo que nos mueve hacia la perspectiva del constructivismo social, gracias a esto podemos hablar de conversar y alcanzar acuerdos. El lenguaje es la manifestación de la construcción social de la realidad. Esta intersubjetividad permite, a través de la conversación la construcción del conocimiento científico.

El “modelo del mundo” a su vez está conformado por modelos. Entre ellos se encuentra los mapas cognitivos del individuo; en este punto debemos de establecer que desde el enfoque holista no podemos ver al mapa cognitivo como un elemento aislado, sino como un elemento completamente acoplado e integrado a los aspectos que conforman la “visión” de un individuo. Así que, más que un elemento bien delimitado, el mapa cognitivo es una parte que, al igual que el resto del conocimiento del individuo, tiene fronteras difusas y la capacidad de modificarse.

Una diferencia que caracteriza el enfoque del CentroGeo con respecto a otros acercamientos a la cibercartografía es que el elemento central es el mapa cognitivo, no el mapa. El mapa cognitivo es la representación mental del espacio, mientras que el mapa es un modelo gráfico de representación del mismo; es por eso que en ocasiones los atlas cibercartográficos llegan a prescindir del uso del mapa para transmitir ciertos mensajes geoespaciales, encontrando mayor efectividad en el uso de narraciones en videos, geo-texto o imágenes.

2.2.4 Conocimiento en cibercartografía y práctica.

El conocimiento cibercartográfico también está vinculado a la práctica. Recordemos que el agente que recibe el mensaje por definición tiene la capacidad de actuar. Un sistema cibernético se retroalimenta con el entorno ejerciendo algún tipo de acción (cognitiva o física). Las problemáticas a partir de las cuales surge el proceso de la cibercartografía tienen lugar en el entorno espacial y la solución tiene una aplicación natural en éste. En última instancia el conocimiento tiene el fin de ayudar a que el sistema cibernético (grupos e individuos) puedan interactuar con su entorno de manera tal que puedan cumplir con sus propósitos. “...we must see knowledge as a tool at the service of knowing” (Cook y Brown, 2005, pp. 61)

Otra característica del conocimiento cibercartográfico es que es dinámico, se transforma constantemente a partir de procesos de retroalimentación entre tres elementos básicos: los individuos, el entorno geográfico y los artefactos.

2.2.5 Tipos de retroalimentación en el proceso de la cibercartografía.

Desde la perspectiva individual podemos visualizar el proceso de generación y transmisión de conocimiento en la cibercartografía como una doble interacción entre el individuo (o grupos de individuos) y su entorno, conformado por el espacio geográfico, la sociedad y los elementos que interaccionan y conforman este espacio, así como el artefacto cibercartográfico.

Un primer tipo de retroalimentación implica la adquisición de un marco de significados y de nuevo conocimiento construido por medio de la interacción con los modelos representados en un artefacto, a partir de esta retroalimentación el individuo crea o modifica su mapa cognitivo; esta interacción se da entre los individuos así como entre las personas y el artefacto cibercartográfico y es una retroalimentación cognitiva.

Un segundo tipo de retroalimentación implica la práctica. Es en esta fase en donde el individuo utiliza el conocimiento como una guía para la práctica y es aquella en donde el individuo tiene parte activa en la dinámica espacial; a través de la interacción directa con el entorno la persona puede reflexionar sobre el modelo adquirido, fortalecerlo o descartarlo y dar entrada a un proceso circular en donde puede retroalimentar tanto al artefacto como al resto de los individuos participantes. Toda interacción con el entorno conlleva la práctica (de la mayoría no somos conscientes⁵) en donde confluyen el entorno y el sujeto, así podemos categorizar a las prácticas en dos tipos: las conscientes e inconscientes. La práctica, en el contexto de la cibercartografía, implica un propósito guiado por la conciencia. En la figura 2.8 se muestra el modelo en donde se muestran los dos tipos de interacción en los niveles grupal e individual.

2.4.6 Generación de nuevo conocimiento.

Los mecanismos de generación de nuevo conocimiento, como se ha mencionado anteriormente, están estrechamente ligados a la interacción de los individuos con su entorno. La generación de nuevo conocimiento implica la construcción de un modelo que sea coherente con la situación percibida y que sea consensuado.

A menudo la creación de nuevo conocimiento está vinculada a prácticas exploratorias (Spender, 2005), descritas de manera análoga por Cambell con el concepto de *variación ciega* en su *Epistemología evolutiva*. El maestro en Ciencias Fernando López Caloca, investigador del CentroGeo, ha mencionado en distintas pláticas como emerge nuevo conocimiento mediante la interacción con un artefacto cibercartográfico. Por ejemplo, en el *Atlas de ciudades competitivas*

⁵ Malcolm Gladwell en su libro *Blink. The power of thinking without thinking* muestra como el ser humano es capaz de procesar grandes cantidades de datos e información rápidamente y tomar decisiones de manera inconsciente. Estas decisiones no son del todo “irracionales” y están basadas en la experiencia previa, el sistema de valores y creencias de la persona. Este tipo de conductas las explica a través del concepto de *inconsciente adaptativo*.

creado por el CentroGeo se dio cuenta de que, a pesar de que los indicadores de competitividad de la Ciudad de Querétaro la apuntalan como una de las ciudades más competitivas de la República Mexicana, al sobreponer un mapa con los recursos acuíferos de la zona se observa que la ciudad tiene grandes carencias de agua, lo cual compromete la competitividad de la región a futuro. Este es un nuevo conocimiento surgido a través de una práctica exploratoria.

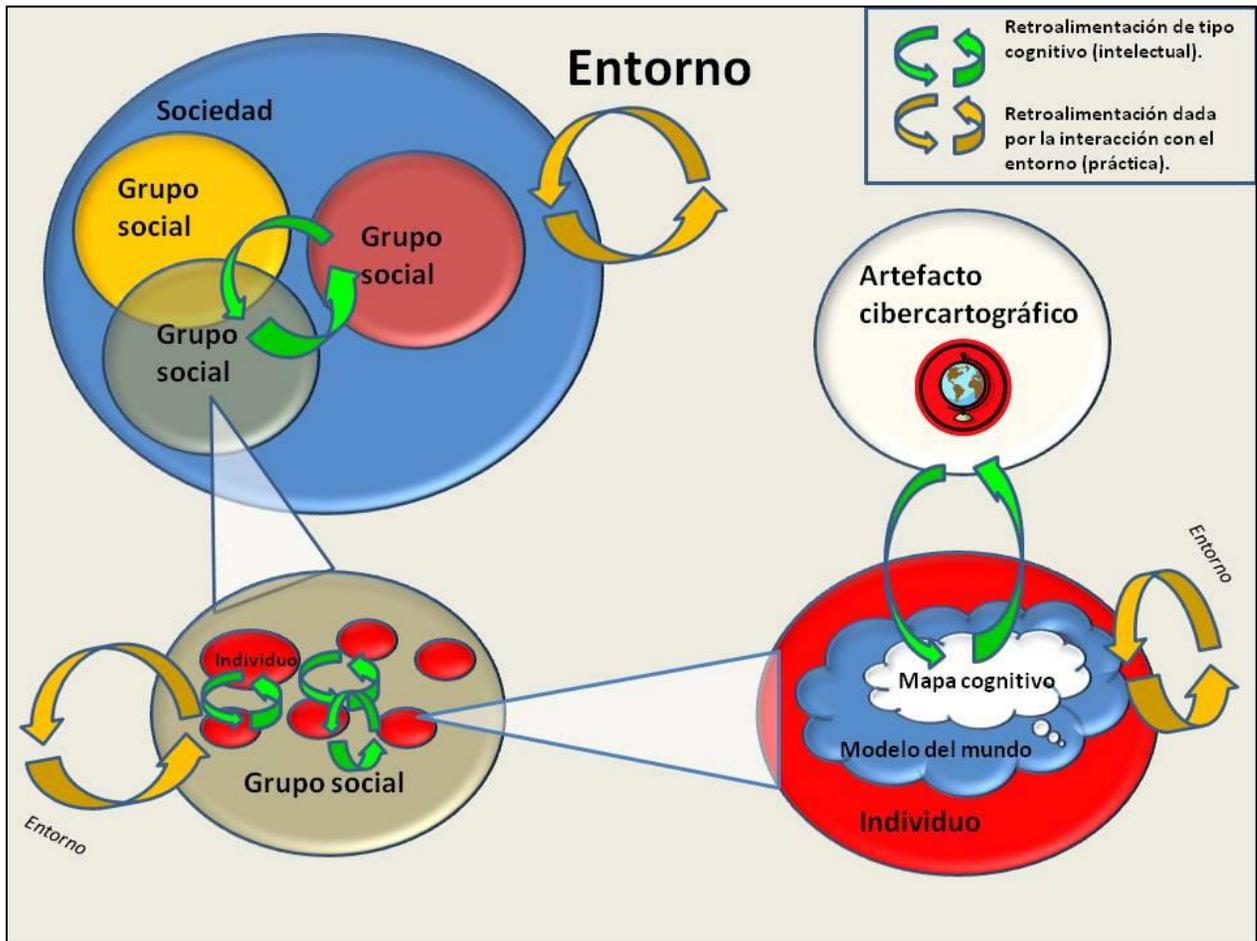


Figura 2.8 Tipos de retroalimentación en el proceso de la cibercartografía.

2.4.7 Conocimiento tácito en cibercartografía.

Es indudable que el “modelo del mundo” y por ende, los mapas cognitivos, están llenos de conocimiento tácito. Aunque los artefactos cibercartográficos están diseñados para representar conocimiento explícito, la complejidad y diversidad de los mensajes y lenguajes utilizados pueden llevarnos a inferir que también existe una transferencia de conocimiento tácito a través de ellos.

En el proceso de la cibercartografía existe un actor que tiene la función de presentar los artefactos cibercartográficos a diferentes grupos de usuarios⁶ (narrador). Este personaje funciona como un vínculo entre los artefactos y usuarios; normalmente su forma de presentar el atlas varía dependiendo de la audiencia. Desde un punto de vista sistémico el narrador juega el papel de agente adaptativo, ya que tiene que utilizar su experiencia para lograr crear una historia adecuada para cada grupo de usuarios. Probablemente parte de la función del narrador sea justamente la de transmitir conocimiento tácito a los demás usuarios y tal vez el mecanismo para lograr esto sea la socialización, proceso descrito por Nonaka, Toyama y Konno. (Nonaka, et al., 2005)

Hablando del “modelo del mundo” y del mapa cognitivo de los individuos, podemos hacer una diferencia entre el conocimiento tácito y explícito haciendo una analogía con los mecanismos de caja blanca y caja negra. Si imaginamos que el conocimiento es una nube compuesta de modelos que cambia constantemente de forma, un conocimiento explícito es aquel que puede ser visto como un mecanismo de caja blanca, es decir, si hiciéramos un acercamiento a la nube en donde hay conocimiento explícito observaríamos una serie de componentes que conforman un modelo, se relacionan y realizan algún tipo de proceso. Si se tratara de conocimiento tácito haríamos un acercamiento a la nube y solo veríamos más “nubes”; sabemos que se realiza algún proceso, pero no sabemos cómo (ver figura 2.9).

2.4.8 El atlas cibercartográfico del lago de Chapala.

Como un ejemplo de la realización de un proceso cibercartográfico cito el caso del *atlas cibercartográfico del Lago de Chapala*. Este proceso se encuentra explicado con detalle en el capítulo *Technology and Culture in Cybercartography*. (Reyes y Martínez, 2005b)

El *atlas cibercartográfico del Lago de Chapala* surgió como una demanda proveniente principalmente de la *Comisión Directa del Lago de Chapala*, una organización no gubernamental interesada en los problemas ambientales del Lago de Chapala. El problema principal que enfrentaban era el referente a la carencia de acuerdos sobre las acciones requeridas para tratar con los problemas ambientales en el lago.

⁶ Jesus Trujillo Almeida, como parte de su trabajo de tesis de la maestría en geomática que está llevando a cabo, ha descrito la función de este personaje como un narrador o contador de historias (“storyteller”) y ha puesto de manifiesto el papel central que juega en el proceso de adopción de los artefactos cibercartográficos por parte de los usuarios. De aquí en adelante utilizaré el mismo término para designar a este actor.

Mediante un proceso que implicó la colaboración de una extensa red de participantes se diseñó un atlas que pudiera ayudar a la solución de estos problemas. El contenido del mismo se definió a partir de investigaciones de campo y del conocimiento que compartieron los diversos actores involucrados. La forma de plasmar estos conocimientos en el atlas fue a través de un enfoque de ecología del paisaje.

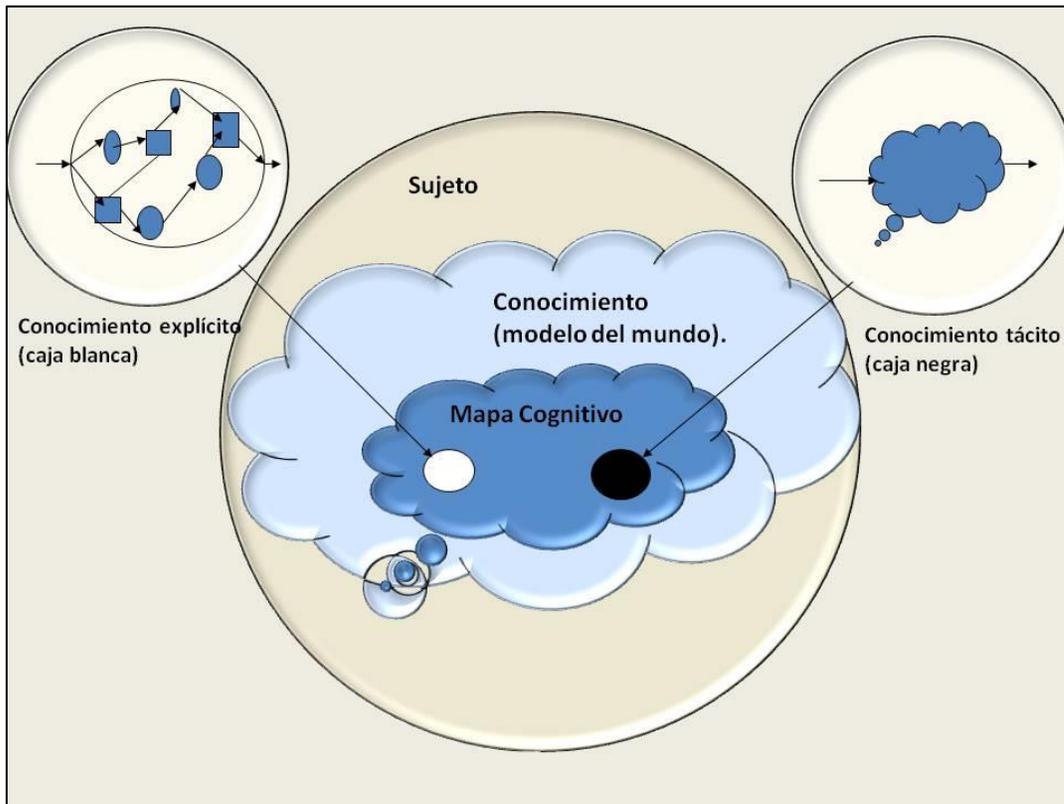


Figura 2.9 Conocimiento tácito y explícito en un mapa cognitivo.

El diseño del artefacto estuvo apegado a las necesidades del grupo demandante, de tal forma que la solución tecnológica integro los mensajes creados utilizando diversos elementos como la multimedia, mapas interactivos, interfaces amigables y representaciones explícitas del conocimiento (expresadas en la estructura de navegación del atlas). (Reyes y Martínez, 2005b: 141)

Finalmente se pasó a la etapa de presentación y uso del atlas por parte de diversos actores. El atlas fungió como punto de partida para encuentros locales y estatales, fue ampliamente utilizado

por los medios locales en artículos y comentarios sobre los problemas ambientales en la cuenca de Lerma-Chapala de la cual el lago forma parte. (Reyes y Martínez, 2005b: 140)

El *atlas cibercartográfico del Lago de Chapala* es un claro ejemplo que refleja la estrecha relación entre el conocimiento y la práctica. Por una parte, el atlas cumplió su función como medio para transmitir a los actores involucrados un nuevo conocimiento que les llevo a apreciar la problemática que se enfrentaba desde un nuevo punto de vista.

Each of the constituent groups recognized that they were both part of the problem and part of the solution. Until that time, action by the federal government had been perceived as the only answer. After the presentation groups realized that by working together meaningful action could be taken at the local level. (Reyes y Martínez, 2005b: 140)

Posteriormente esta visión hizo posible que se tomaran acciones, es decir, que se ejerciera la práctica. En un encuentro realizado en el lugar en enero del 2000, los miembros de la *Comisión Directa del Lago de Chapala*, de la SEMARNAT, el Gobierno del Estado de Jalisco y más de 500 personas interesadas provenientes de los sectores público y privado firmaron un acuerdo para dar recursos en una primera etapa de saneamiento del Lago de Chapala. (Reyes y Martínez, 2005b: 140)

Parte II

Cibercartografía en la Web

Capítulo 3. La Web

3.1 Origen y desarrollo de la Web.

La *World Wide Web*, conocida como la Web, es un sistema de documentos de hipertexto ligados entre sí y que se acceden por medio del Internet. A menudo se confunde el término la Web con Internet, sin embargo son dos cosas diferentes. El Internet es una red de redes interconectadas y la Web es una aplicación de las muchas que corren sobre el Internet. Se accede a ella por medio de un navegador (o web browser) en donde los usuarios pueden ver páginas que contienen texto, imágenes, videos y otros elementos multimedia. Los usuarios pasan de una página a otra a través de hipervínculos.

La idea de la World Wide Web está ligada a los orígenes de Internet. En la década de los 60 del siglo pasado la fuerza aérea de los Estados Unidos encargó un estudio enfocado a desarrollar un sistema de redes de comunicaciones distribuidas que auxiliaran al comando militar, que pudieran sobrevivir y funcionar en el caso de que sucediera un evento como un ataque nuclear.

A partir de estas ideas surgió la ARPANET (Advanced Research Programs Agency Network) que era una red conformada por cuatro nodos ubicados en universidades de la costa oeste de los Estados Unidos. Esta red creció paulatinamente y, aunque fue diseñada con el fin de que los científicos pudieran compartir y acceder a datos en computadoras remotas, su uso principal fue como medio para transmitir correo (email).

Posteriormente surgieron protocolos como el Transmission Control Protocol/Internet Protocol que hicieron posible el que diversas redes separadas pudieran conjuntarse en una sola red de redes que es el Internet. La ARPANET fue desconectada por completo en 1990.

Fue justamente a principios de la misma década en que Tim Berners-Lee, un joven físico inglés, desarrolló el concepto de la Web después de varios años de trabajo en el Laboratorio Europeo de Física de Partículas en Suiza. Su idea principal era la de diseñar un sistema barato, eficiente y simple que pudiera dar acceso público a grandes volúmenes de información sin costo alguno.

El concepto central de la Web fue el hipertexto, que en palabras del propio Berners-Lee es: “HyperText is a way to link and access information of various kinds as a web of nodes in which the user can browse at will. It provides a single user-interface to large classes of information (reports, notes, data-bases, computer documentation and on-line help)” (Berners-Lee y Cailliau, 1990)

Desde el punto de vista técnico la Web es una enorme colección de páginas ligadas a otras páginas y accedidas sobre el Internet. El lenguaje que establece las reglas para darle formato a las páginas es el HTML (Hypertext Markup Language), la forma de ligar las páginas es el URI (Uniform Resource Identifier) y, finalmente, el protocolo utilizado sobre el Internet para que la página se acceda a través del navegador es el HTTP (Hypertext Transfer Protocol). (Berners-Lee, 2007)

En los últimos años se ha extendido el uso del concepto de Web 2.0 como una nueva generación de aplicaciones en donde los desarrolladores y usuarios finales le dan nuevos usos a la Web. Este concepto se refiere a aplicaciones que tienen el fin de facilitar la creatividad, colaboración y acceso a datos entre usuarios y comunidades. Algunas de las aplicaciones típicas incluyen sitios de redes sociales, wikis y blogs. La Web 2.0 se monta sobre las tecnologías tradicionales de Web y debido a esto el término ha sido cuestionado, ya que para algunos (entre ellos el creador de la Web), esta “nueva generación” de aplicaciones no ofrece nada significativamente nuevo.

La Web tiende a estar en todas partes, en el futuro más y más dispositivos estarán interconectados a través de ella. Hoy en día se puede acceder a la Web desde una computadora, un teléfono celular, una PDA y hasta el ipod. Berners-Lee pone de manifiesto la necesidad de investigar los complejos mecanismos por medio de los cuales interactúa la sociedad en la Web:

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. (Berners-Lee, 2007)

La Web misma ha evolucionado desde sus inicios. Se han desarrollado lenguajes (como el XML), que hacen posible que las personas puedan estructurar e identificar los datos a su gusto. El uso de

estándares ha posibilitado la interoperabilidad, es decir, la habilidad de diversos sistemas y organizaciones para trabajar de manera conjunta. Una materialización de la interoperabilidad son los Web Services, consistentes en sistemas de software diseñados para que dos o más computadoras puedan interactuar (e interoperar) a través de una red.

Uno de los problemas principales que se identifican es el manejo de las enormes cantidades de datos disponibles en la Web. Las tareas de organizar la información a menudo son realizadas por seres humanos. El próximo desarrollo de la Web es lo que se llama la Web Semántica que busca idear mecanismos automatizados que organicen la información de manera “inteligente”, tratando de estructurar la información de manera significativa para los humanos.

Otro de los retos que se enfrentan en la Web (y el Internet en general) es el de aprovechar el gran potencial de cómputo con que se cuenta. Se pueden integrar cientos, miles o millones de procesadores en la solución de problemas complejos a través del cómputo paralelo. El cómputo en malla (o grid computing) se ofrece como una opción viable para integrar el poder de cómputo de múltiples procesadores a través del Internet; ya existen numerosos proyectos de cómputo Grid en funcionamiento.

La Web es un medio cibernético en toda la extensión de la palabra. Cada día millones de personas interactúan a través de ella, acceden y añaden información, interactúan a través de aplicaciones en donde las personas tienen la capacidad de ir conformando redes sociales (blogs, chats, foros de discusión, etc.), aprenden, expresan opiniones y se informan. Existe una retroalimentación constante en este medio.

3.2 Aplicaciones geoespaciales en la Web.

El proceso de integración de información, datos y temática geoespaciales en la Web es interesante. En un principio el despliegue de esta información estaba limitado al uso de mapas estáticos (imágenes) y texto. La evolución de la tecnología permitió la paulatina incorporación de elementos multimedia y mapas dinámicos. En un principio, debido en parte a las restricciones impuestas por la tecnología disponible en los primeros años de la Web, los datos geoespaciales eran tratados como cualquier tipo de dato, es decir, la tecnología que implicaba el desarrollo de un sitio con una temática geoespacial era similar a la de cualquier otro tipo de sitio. Con el paso del tiempo los datos georeferenciados fueron adquiriendo importancia, 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 (formatos raster o vectoriales), la utilización de herramientas apropiadas 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.

El elemento central de una aplicación geoespacial típica en la Web es el mapa. En términos generales el mecanismo para obtener un mapa o un conjunto de mapas de un sitio web es el siguiente: en una primera instancia el usuario realiza en su navegador una petición de un mapa. Un servidor web recibe la petición y se la pasa a un servidor de mapas que conjunta los datos requeridos y los integra en un mapa; finalmente el mapa es regresado a través del mismo camino hasta el navegador del usuario (Figura 3.1). (Mitchell, 2005)

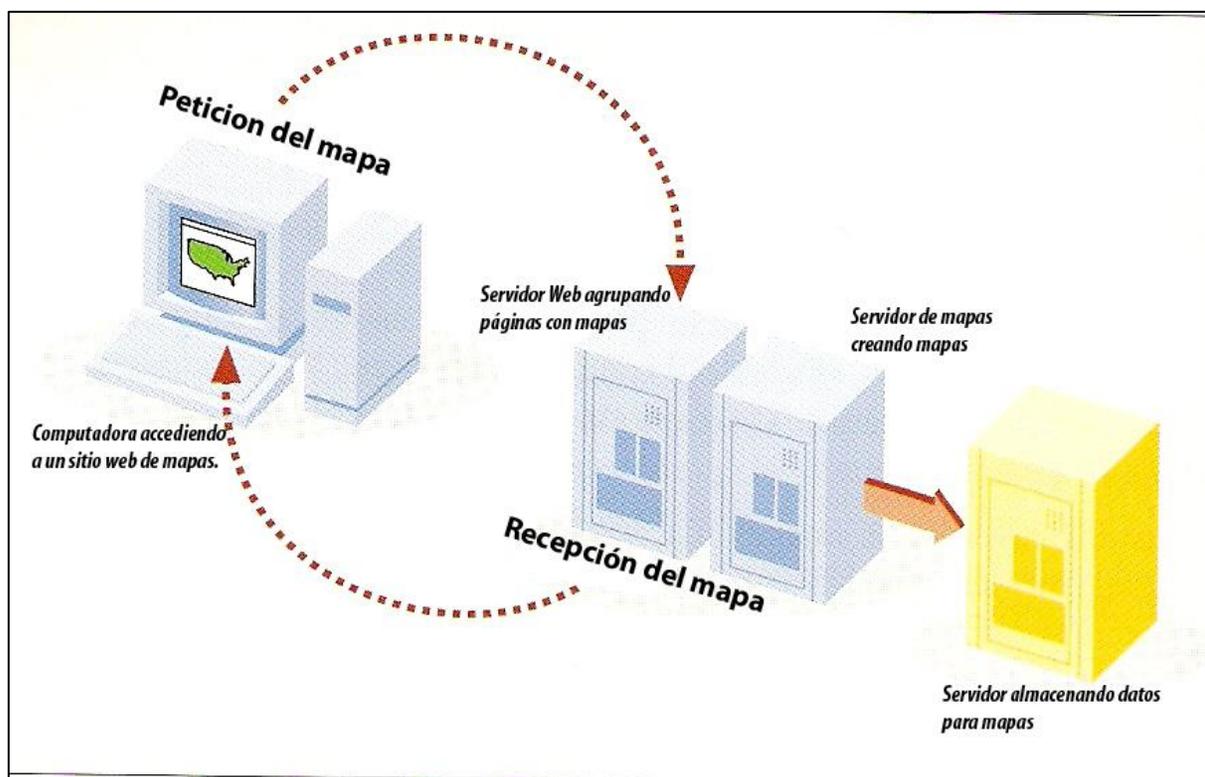


Figura 3.1 La petición de mapas en una aplicación Web. Imagen original obtenida de (Mitchell,2005:6). Traducción del inglés y edición del autor.

Mediante este mecanismo se puede tener acceso a fuentes de datos heterogéneas ubicadas en diversos servidores. Los datos geoespaciales disponibles en la red pueden ser tanto de acceso público como restringido (condicionados a realizar un pago o una suscripción a algún sitio). Las

organizaciones que brindan estos servicios pueden ser tanto públicas (gobiernos, universidades, agencias) como privadas. Por otro lado, las personas también tienen la posibilidad de utilizar sus propios datos en aplicaciones Web.

En este aspecto es pertinente mencionar el esfuerzo realizado en diversos países por conformar infraestructuras de datos geoespaciales. Por ejemplo, en Canadá se ideó el portal GeoConnections (www.geoconnections.org) que tiene el fin de brindar acceso a fuentes de datos espaciales de esa nación. Estas infraestructuras brindan grandes ventajas ya que mediante ellas se logra una mayor organización y coordinación entre los organismos propietarios. Por ejemplo, se evita la multiplicidad de datos y es más fácil la identificación y acceso a ellos.

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). Entre los servicios más comunes en el caso de los datos geoespaciales se encuentran: los de coberturas (Web Coverage Service), servicios que permiten la obtención de elementos y características espaciales (Web Feature Service), de contexto para los mapas (Web Context Service) y por supuesto, servicios para obtener mapas (Web Map 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 (ver sitio www.opengeospatial.org).

La presente década ha visto el enorme incremento de la información geoespacial disponible gracias a la aparición de herramientas como Google Maps, Yahoo Maps, MapQuest, Map24, Maporama, etc., que hacen posible la ubicación de direcciones, búsqueda de lugares, negocios, etc. Algunos de estos servicios combinan mapas con imágenes de satélite.

De todas las herramientas citadas la más popular es Google Maps. Su éxito se debe a que fue la primera aplicación en proveer imágenes satelitales de cualquier lugar de la Tierra haciendo posible que las personas observaran lugares que les resultaran familiares. Además se brindaron medios que permitieron la manipulación del código de Google Maps, de tal manera que la gente cuenta con la capacidad de agregar y editar sus propias locaciones. Finalmente, otra de las ventajas de Google Maps radica en que se pueden combinar los datos propiedad de Google con

datos e información provenientes de fuentes externas. Todo esto se puede hacer en dominios (sitios web) que se pueden observar independientemente de Google. (Purvis et al. , 2006:xv)

Google Earth es un programa que tiene el fin de presentar la información referente a diversas ubicaciones de la tierra a través de un “globo” virtual. Esta aplicación combina las funcionalidades de Google Maps junto con otras características, como la presentación de modelos tridimensionales de diversos lugares de la tierra. Aunque Google Earth está montado sobre la infraestructura del Internet y tiene funcionalidades como ligas a sitios Web, no es una aplicación Web en el aspecto de que requiere de un navegador específico instalado para utilizarse. En todo caso es una aplicación que interacciona con la Web.

3.2.1 Ejemplos de aplicaciones geoespaciales.

Erle, Gibson y Walsh mencionan que:

“Humans are born storytellers. It’s part of our chattering simian heritage –as if we taught ourselves language just to be able to spin yarns late at night, around the recently invented campfire. Now, every story, as any school child knows, can be told by answering the five great W questions: *Who? What? Why? When?* and, of course, *Where?*” (2005:xxi)

Gracias al desarrollo de herramientas como el Google Maps, el “gran público” de la Web ha tenido la posibilidad de incorporar el *dónde* en sus historias. La incorporación de la dimensión espacial en las aplicaciones Web varía tanto en la cantidad de información que presentan como en el nivel de profundidad de los contenidos.

Entre las herramientas de software con contenido básico están las constituidas por programas que se insertan dentro de una página web con el fin de que se contabilice el número y la procedencia de los visitantes de un sitio. La siguiente ilustración muestra un ejemplo obtenido del sitio <http://ccablog.blogspot.com/2006/08/nunaliit-cybercartographic-atlas.html>. Este tipo de módulos suele estar embebido dentro de las páginas y se utilizan como elementos complementarios del sitio, no como parte medular del contenido (Figura 3.2).

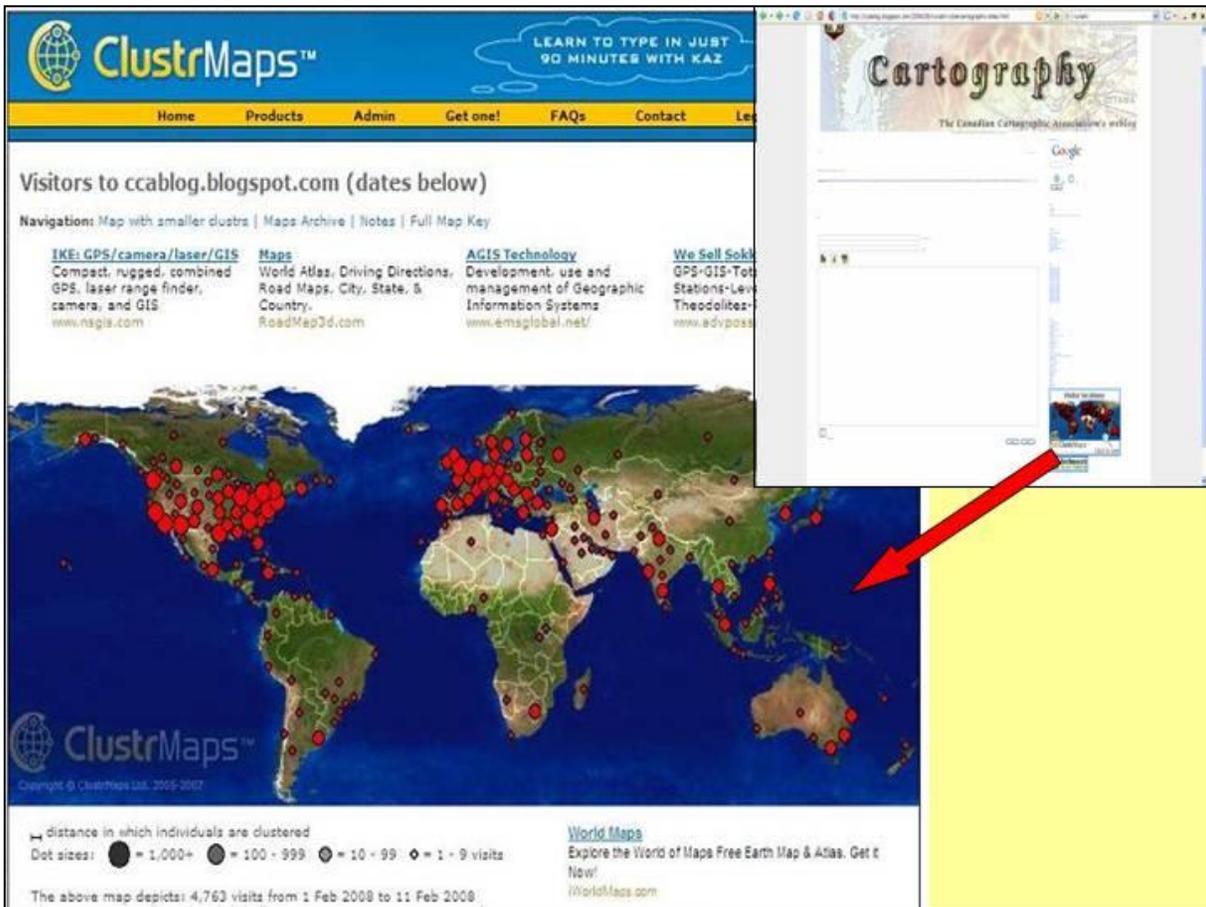


Figura 3.2 Imagen que muestra el uso de herramientas para conocer la procedencia de los visitantes de un sitio web (<http://ccablog.blogspot.com/2006/08/nunaliit-cybercartographic-atlas.html>).

En la mayoría de los casos el uso de aplicaciones de mapas se enfoca a ubicar lugares (negocios, instituciones, hogares particulares, etc.), y establecer rutas. Generalmente en el mapa se suelen agregar, aparte de las indicaciones particulares del lugar, vínculos multimedia o referencias a sitios web.

En la actualidad existen aplicaciones conocidas como mashups, que combinan datos y/o funcionalidad de más de una fuente, dando acceso a una gran capacidad de contenidos. Por ejemplo, en el sitio www.mapdango.com (Figura 3.3) se puede encontrar información de diversos lugares obtenida a partir de google maps, wikipedia y otras fuentes de datos.

Otra gran ventaja de las aplicaciones Web es el hecho de que se puede integrar información de tiempo real. Por ejemplo, ubicar la ruta y la localización de varios trenes en Zurich Suiza (Figura 3.4) (<http://www.swisstrains.ch/>).

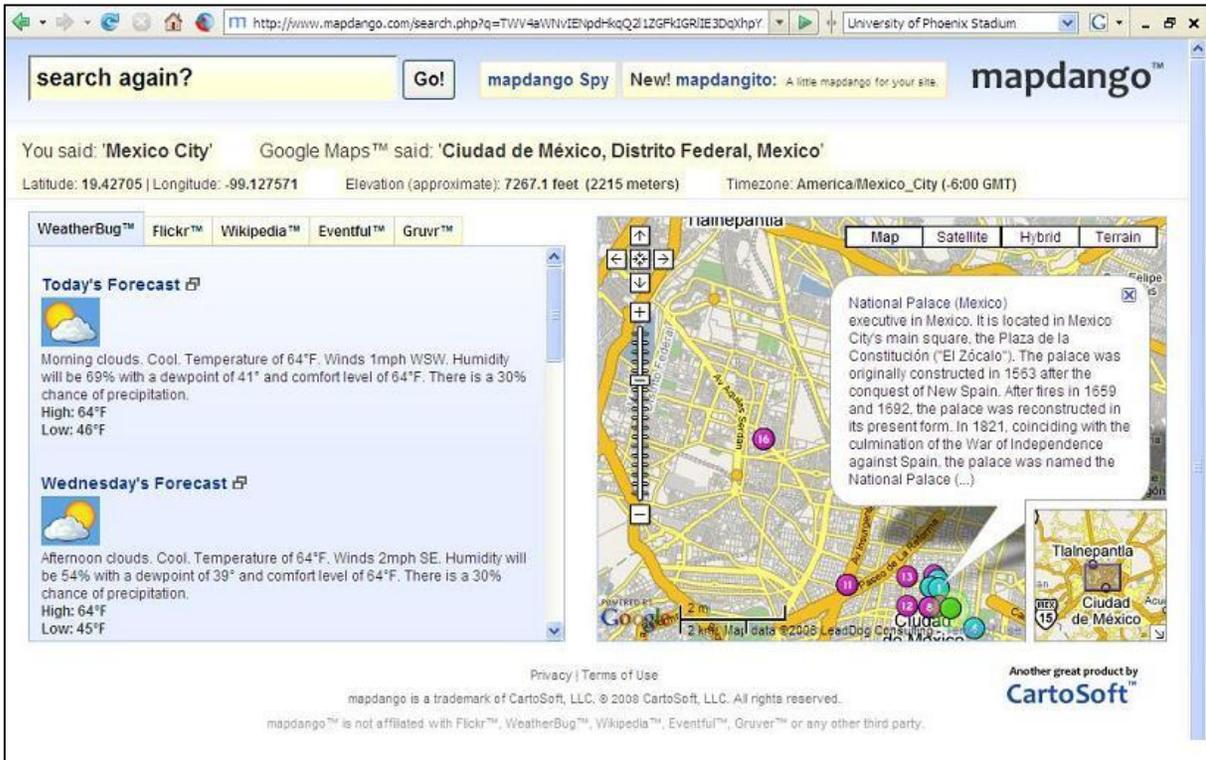


Figura 3.3 Imagen que muestra la aplicación mapdango (www.mapdango.com).

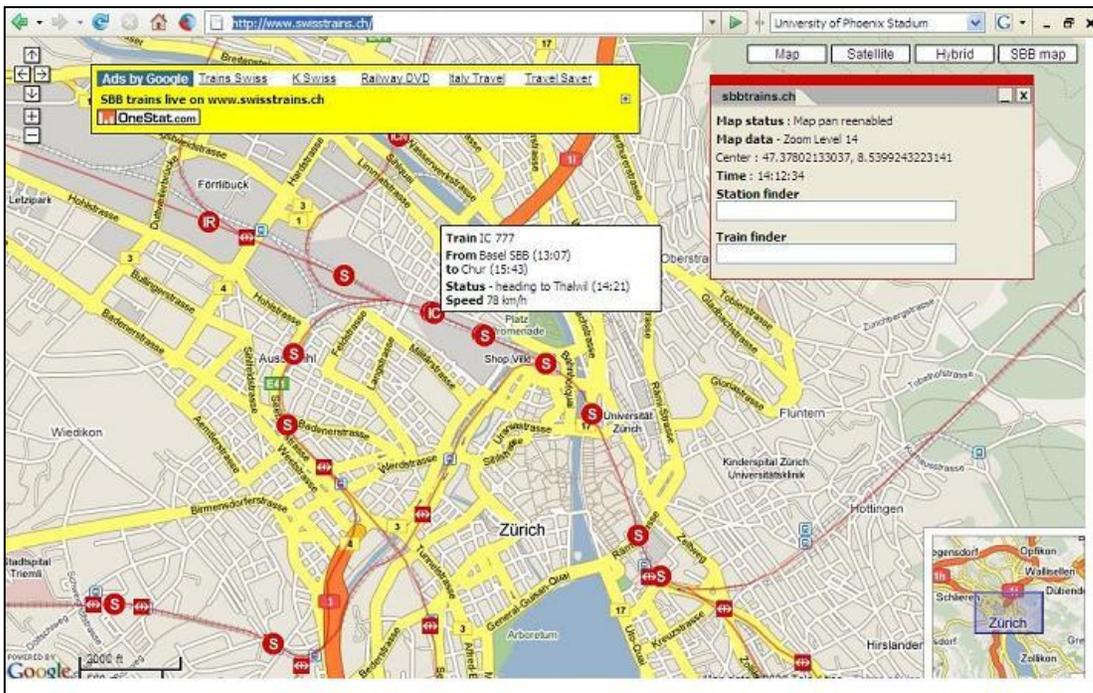


Figura 3.4 Uso de mapas con datos en tiempo real para la ubicación de trenes (<http://www.swisstrains.ch>).

En un nivel diferente podemos ubicar aquellos sitios que buscan transmitir conocimiento derivado a partir de un análisis de los datos geospaciales. A diferencia de otras aplicaciones en donde el mapa se limita a presentar capas de datos crudos sobrepuestas, los mapas presentados son producto de un proceso de análisis que puede integrar distintas variables. Como ejemplo citamos el sitio *London Profiler* (<http://www.londonprofiler.org/>), elaborado a partir de herramientas generadas por el Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA) del University College London para elaborar mapas temáticos montados sobre Google Maps (Figura 3.5). En este sitio los usuarios pueden formarse una imagen de diferentes aspectos geo-demográficos de la ciudad de Londres que incluyen atributos culturales, étnicos, nivel educativo y salud de la población.

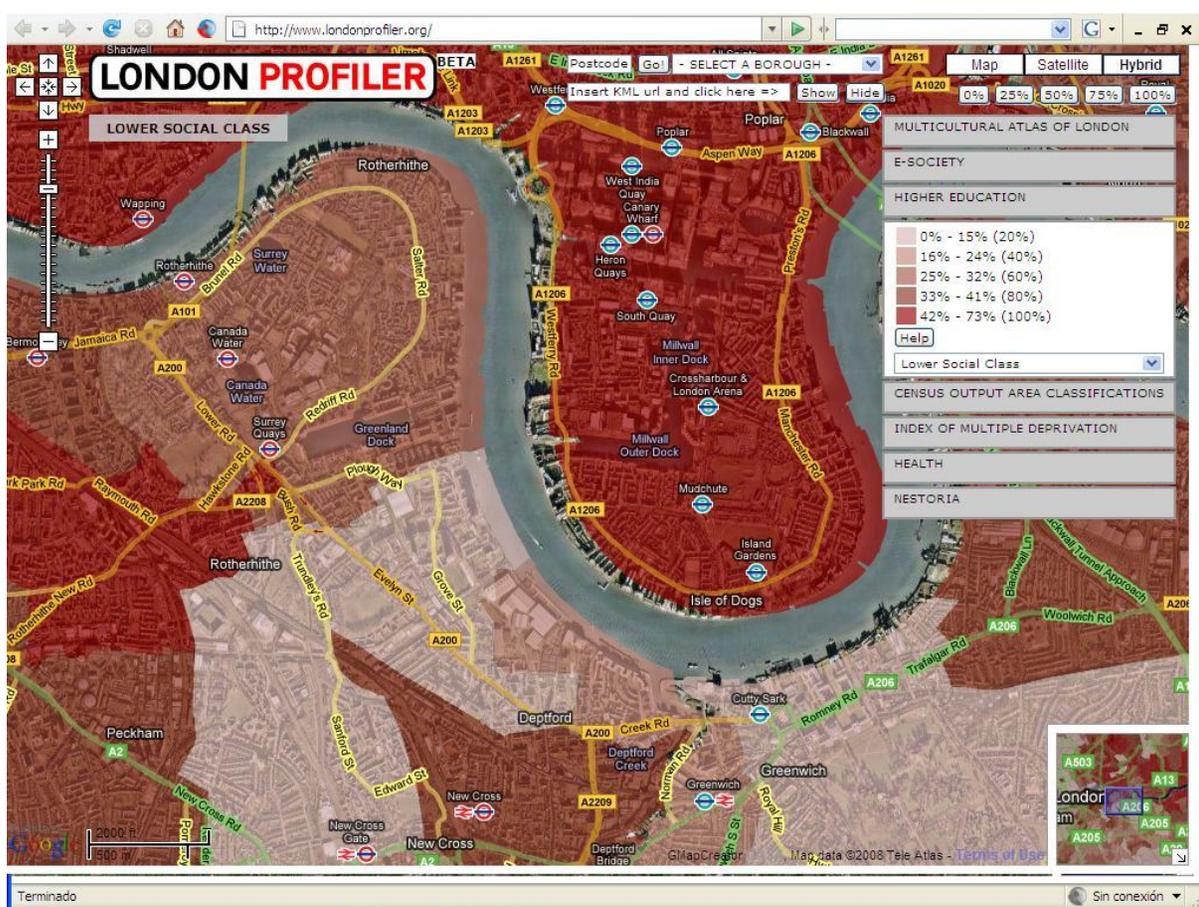


Figura 3.5 Imagen del London Profiler que muestra un mapa temático de la población con altos estudios en Londres (<http://www.londonprofiler.org/>).

Las aplicaciones presentadas hasta el momento tienen una característica en común. No existe una retroalimentación directa entre el usuario y la aplicación. La funcionalidad está básicamente enfocada a presentar la información a los usuarios.

3.2.1.1 Aplicaciones geoespaciales sociales.

Siguiendo la filosofía de la Web 2.0 se han creado sitios web en donde las personas no tan sólo tienen la opción de visualizar la información, también pueden retroalimentar la aplicación. Algunos de estos sitios tienen como eje principal la dimensión espacial.

Tomando en cuenta el ejemplo de la Wikipedia (una enciclopedia multilingüe de contenido abierto en donde el contenido es agregado por voluntarios alrededor del mundo), ha surgido el sitio wikimapia (www.wikimapia.org), un sistema de recursos de mapas e imágenes satelitales que combina Google Maps con un sistema wiki (software que posibilita la creación, edición y vínculo a páginas web por parte de los usuarios). De esta manera los usuarios pueden agregar información referente a cualquier sitio en la Tierra (Figura 3.6).

En términos generales las aplicaciones sociales funcionan mediante el mismo mecanismo de wikis, lo que cambia de una aplicación a otra es la temática de los comentarios agregados por las personas. Por ejemplo, hay sitios en donde la temática gira en torno a las elecciones en Estados Unidos, o el encontrar personas con intereses comunes para conformar redes sociales.

Una mención especial la merece el marco de trabajo Nunaliit realizado por la Universidad de Carleton dentro del Cybercartography and the New Economy project (nunaliit.org) que consiste en un marco de trabajo (conjunto de librerías que ayudan a automatizar funciones típicas de algún tipo de aplicación) que tiene el fin de facilitar la narración de historias y la integración de datos con el mapa como foco conector. Mediante esta herramienta se busca que las personas puedan construir sus propios atlas de manera que cuenten sus historias y exploren las relaciones entre el espacio, el tiempo, el conocimiento y los sentidos

Sin lugar a dudas el Nunaliit es una herramienta de gran utilidad en la construcción de atlas debido a que facilita la implementación de funcionalidades en el atlas resolviendo problemas técnicos, sin embargo opino que tanto la narrativa como la integración de datos y conocimiento dependen más de aspectos metodológicos que técnicos. Un hecho revelador es que aun no hay

prototipos en la Web de atlas construidos a partir del Nunaliit. La figura 3.7 muestra una interface creada mediante la implementación del marco Nunaliit.



Figura 3.6 Imagen de wikimapia (www.wikimapia.org).

3.3 El ciberespacio.

El término *ciberespacio*, al igual que *cibernética*, proviene de la raíz griega *kyber* (navegar) y significa literalmente espacio navegable. Su acepción actual fue retomada de la novela *Neuromante* escrita en 1984 por William Gibson en donde el ciberespacio era concebido como un espacio navegable en donde redes de computadoras construían un mundo virtual en el que los individuos interactuaban. Este concepto fue retomado y modificado en diversas formas para aplicarse a las tecnologías de información y telecomunicaciones. En términos generales la palabra *ciberespacio* se refiere de alguna u otra manera a la comunicación mediada por la computadora y las tecnologías de realidad virtual. (Dodge y Kitchin, 2001:1)

La noción de ciberespacio está influenciada por la del espacio tradicional, en donde las nociones fundamentales de lugar e identidad están ligadas a una ubicación física. De esta manera, cuando se hace mención al Internet se utilizan metáforas espaciales como “la supercarretera de la información”, “visitar un sitio Web” o el término “ciberespacio” (Mitra y Schwartz, 2001).

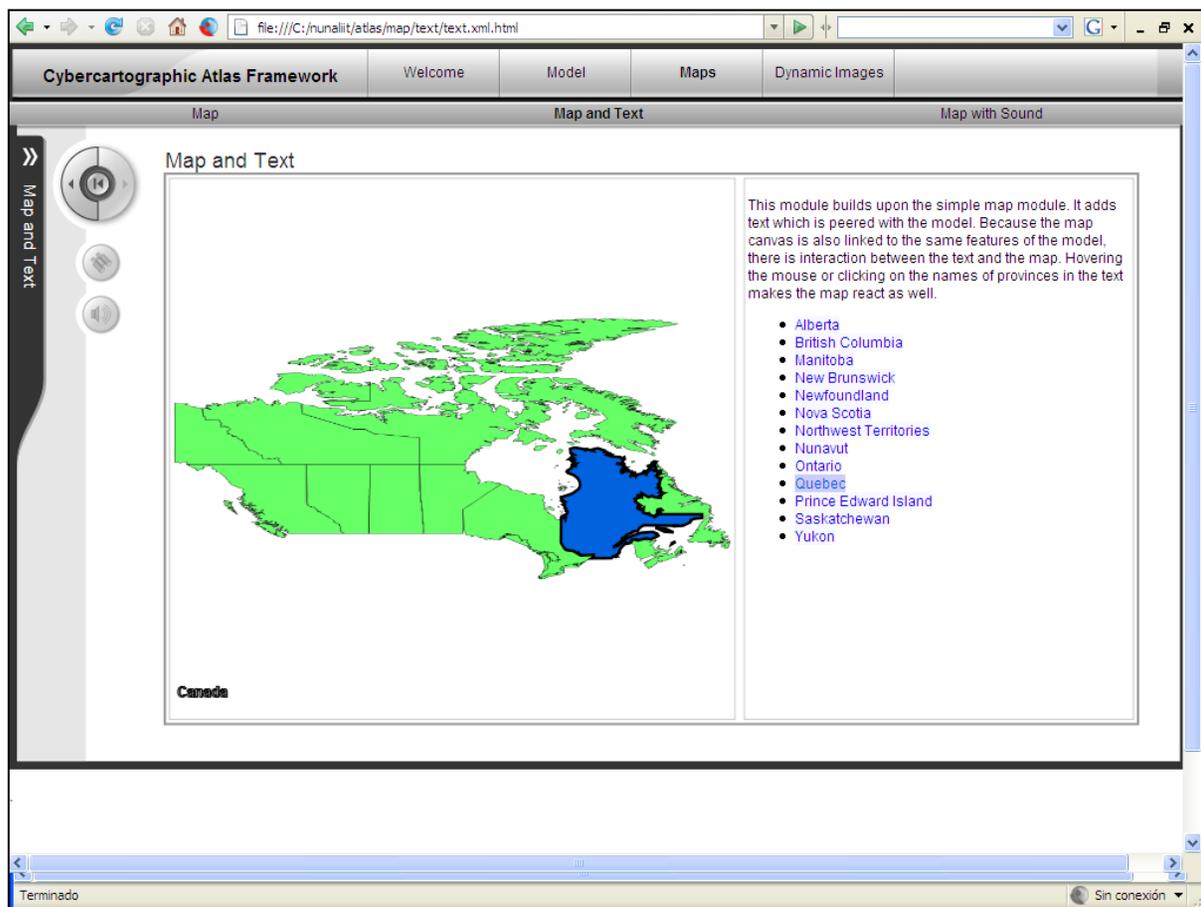


Figura 3.7 Imagen una interface creada mediante el marco de trabajo Nunaliit.

La Web se ha convertido en el modo típico del ciberespacio ya que brinda una interfase poderosa y un paradigma de interacción entre las personas que la utilizan (Dodge y Kitchin, 2001:3). Cuando se habla de ciberespacio la referencia es a un espacio conceptual de interacción humana creado mediante las tecnologías de información y comunicaciones. De esta manera el ciberespacio ha sido teorizado de diferentes maneras (desde perspectivas políticas, económicas, constructivistas, etc.). Por ejemplo, desde el enfoque del constructivismo social el ciberespacio es un artefacto social, debido a que juega el papel de mediador de una serie de interacciones sociales y es en sí mismo un producto de la mediación social. (Dodge y Kitchin, 2001:26)

Si bien es cierto que el concepto de ciberespacio parte de una metáfora del espacio “real”, la relación entre espacio y ciberespacio implica retroalimentaciones en la dirección opuesta. 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 se tienen que transportar a un lugar específico de trabajo), o en las relaciones económicas en donde los negocios y flujos de capital se realizan utilizando las tecnologías de comunicaciones. Autores como Rheingold postulan que el ciberespacio está impulsando la creación de espacios no auténticos en la sociedad occidental, conduciendo a una desestabilización en la liga entre el lugar geográfico y la identidad. (Dodge y Kitchin, 2001:16)



Figura 3.8 ¡Sabotaje en un mundo virtual!

(http://www.elpais.com/yoperiodista/articulo/Periodista/Espana_Madrid/elecciones/Gijon/Oviedo/PSOE/secon_d_life/PP/sedes/PSOE/PP/incendiadas/Second/Life/elpepyop/20070516elpyop_12/Ies)

Los mecanismos de interacción entre espacio y ciberespacio son complejos y aún se requiere de mucha investigación para su entendimiento. Para muchos analistas el ciberespacio provoca que la

distinción entre lo real y lo virtual sea difusa, de tal forma que se desestabiliza la base de las epistemologías que hacen distinción entre lo real y lo virtual. (Dodge y Kitchin, 2001:21). En la figura 3.8 se muestra una noticia aparecida el 17 de mayo de 2007 en la página Web de un periódico a raíz del sabotaje sufrido por los partidos españoles PSOE y PP en sus sedes en el mundo virtual de Second Life.

Capítulo 4. Comunicación en cibercartografía

4.1 Comunicación y lenguaje.

Todos los seres vivos tienen la capacidad de interactuar con su entorno, estas interacciones pautan a su vez el comportamiento de los organismos. Podemos decir que interactuar implica comunicarse. Por ejemplo, las hormigas tienen mecanismos de comunicación a partir de los cuales se conforma una compleja estructura organizacional que las ayuda a en la división de actividades enfocadas a enfrentar amenazas (como el ataque de otro tipo de insectos), conseguir alimentos y cuidar a las larvas.

El término *comunicación* se refiere al conjunto de sistemas que tienen por función transmitir información. El ser humano dispone de muchos medios para comunicarse como son el lenguaje, los gestos, dibujos, señas, etc. Sin embargo existe una diferencia entre el lenguaje y otros medios de comunicación que radica en la arquitectura y función del lenguaje. (Boysson-Bardies, 2007)

El lenguaje, desde su arquitectura, corresponde a un sistema de signos que se combinan y relacionan. Las relaciones entre los signos y su sentido son arbitrarias. El lenguaje es una creación social, y en ese sentido, es un sistema no natural.

La función del lenguaje no es simplemente la de medio de comunicación. También funge como un sistema de representaciones que permiten manipular conceptos, estructurar razonamientos, elaborar hipótesis y extender el conocimiento acerca del mundo. Es un sistema de referencia con la propiedad de no estar atado al momento, por eso se puede hablar del pasado, del futuro, de mundos inventados, de sueños, etc. (Boysson-Bardies, 2007)

Por *gramática* “se entiende el conjunto de las reglas que determinan la organización de las palabras y las oraciones en lengua hablada”. (Boysson-Bardies, 2007:65) Sin embargo el ser humano no requiere del conocimiento explícito de estas reglas para comunicarse. Noam Chomsky explicaba esto a través de la hipótesis concerniente a que los seres humanos contamos con un “programa gramatical” incorporado en nuestra mente. Según esta idea, existen principios universales que rigen a las lenguas en general. Los sistemas formales son los que explican la intuición lingüística de los individuos y permiten la comprensión y producción de un número

ilimitado de oraciones. (Boysson-Bardies, 2007:71) Aunque aún no se ha descubierto la gramática universal, el uso de los sistemas formales ha sido de gran utilidad en el campo de investigación del lenguaje.

El lenguaje es un elemento de gran utilidad que complementa a la experiencia del individuo y ayuda a tener un conocimiento más profundo del mundo que lo rodea “...podemos calificar al lenguaje como un sistema que nos proporciona lentes para conocer el mundo”. (Swadesh, 2004:136)

Las ideas anteriores referentes al lenguaje parecen estar más que nada ligadas al lenguaje oral, sin embargo, los términos utilizados pueden ser transferidos a otro tipo de lenguajes como los lenguajes de computación y matemáticos. Estos lenguajes también están definidos por un conjunto de símbolos y reglas que conforman una gramática.

4.2 Comunicación desde la perspectiva cibernética.

Dentro del campo de la cibernética un lenguaje es una convención en donde un conjunto de objetos materiales, llamados *objetos lingüísticos*, definen un conjunto de acciones llamadas *significados*. Los *objetos lingüísticos* pueden pertenecer a dos categorías que son *comandos* y *aseveraciones*. El significado de un comando dado por un sistema controlador es una acción resultante en un sistema controlado. El significado de una *aseveración* es una *pieza de conocimiento* (una predicción u otra aseveración que produzca una pieza de conocimiento) con un valor de verdad. (Turchin, 1997b)

La definición de *pieza de conocimiento* nos remite al teorema de Gödel que en términos muy generales dice: “All consistent axiomatic formulations of number theory include undecidable propositions”. (Hofstadter, 1999:17) Podrían existir *aseveraciones* de las cuales no podríamos conocer el valor de verdad (como sería una cadena infinita de piezas de conocimiento), por ello el criterio para establecer que contamos con una pieza de conocimiento es que a la aseveración pueda asignársele un valor de verdad.

También podemos definir lenguaje como un sistema que si se controla de manera apropiada, puede producir objetos llamados mensajes. (Turchin, 1997b) Un mensaje es un objeto con significado para algún agente.

La comunicación ha sido estudiada por algunos de los principales intelectuales de la Cibernética como son Claude Shannon en su *teoría matemática de la comunicación* (Shannon,1948) y la *teoría de la conversación* de Gordon Pask.

Dentro de la investigación dada en el CentroGeo en el campo de la cibercartografía, la *teoría de la conversación* de Pask ha sido abordada como marco conceptual para la propuesta de incluir módulos de conversación (o espacio de conversación) dentro de los atlas cibercartográficos.⁷

En términos generales la *teoría de la conversación* hace una interpretación del concepto de *interacción* con el entorno, transformándolo en *conversación*. Conversamos a cada momento con los elementos de nuestro entorno en el sentido de que interpretamos nuestras percepciones y otros sistemas interpretan su percepción de nosotros (Pangaro, 1996).

Pask, a través de su teoría, formaliza los conceptos como *acuerdo*, *entendimiento*, y *conciencia*. Estos conceptos existen en relación a la conversación. El acuerdo y el entendimiento se dan a través de conversaciones entre individuos. El acuerdo se alcanza cuando las “visiones” de de los individuos entran en “resonancia” y no existe conflicto entre ellas (Pangaro, 1996).

Una característica de la *teoría de la conversación* es que se centra en la comunicación como un proceso. Los individuos (como personas, computadoras, animales, etc.) son vistos como un medio en el que ocurren los procesos. Esto es una consecuencia natural del enfoque cibernético que se centra en la naturaleza de las relaciones establecidas entre los sistemas y no en la estructura física de los mismos (Pangaro, 1996).

⁷ Ver la propuesta de Yolotzin Agurre (Aguirre, 2006)

4.3 Lenguajes de comunicación del conocimiento cibercartográfico.

Como hemos visto, el significado puede ser interpretado de dos formas, como una acción o como una pieza de conocimiento. El encargado de interpretar el significado es un agente, por ejemplo, una pieza de software o una persona. El agente de software interpreta de acuerdo a un conjunto de reglas con las cuales fue programado, en el caso de los humanos el significado puede ser una propiedad emergente en el sentido de sistemas complejos adaptativos. Por esto, el tipo de significados con el que cuenta un agente de software es diferente del que tiene una persona. Para esclarecer esta idea es utilizaremos la categorización de los lenguajes.

En términos generales podemos clasificar a los lenguajes en dos tipos, los lenguajes formales y los lenguajes no formales⁸. Un lenguaje formal cuenta con un conjunto de reglas de manipulación de los objetos lingüísticos y estas reglas dependen tan sólo de la “forma” de los objetos y no de sus “significados humanos”. (Turchin, 1997b)

A continuación explicaré la idea de significado de la “forma” y “significado humano”⁹ tomando como referencia un sencillo sistema inventado por Hofstadter llamado el sistema **pq**-. (Hofstadter, 1999) Para que sea más fácil de visualizar le cambiaremos el nombre a sistema **pq***

El sistema **pq*** cuenta con exactamente tres símbolos “p”, “q” y “*“. También cuenta con un axioma (es una aseveración que damos por cierta):

Axioma: xp^*qx^* donde x es una cadena cualquiera de cualquiera de asteriscos (*, **, ***, ...).

Este sistema también cuenta con una regla:

Regla: Supóngase que x , y , y z son cadenas de asteriscos y que $xpyqz$ es un teorema, entonces xpy^*qz^* es también un teorema.¹⁰

⁸ Los seres humanos son capaces de manejar estos dos tipos de lenguaje, mientras que los lenguajes de computadora se estructuran a en lenguajes formales.

⁹ Se suele utilizar el término lenguaje natural cuando se hace referencia al lenguaje común utilizado por los humanos. Se supone que un lenguaje natural es producto de un proceso evolutivo. Este término es sujeto a debate por diversos especialistas de la lengua.

¹⁰ Por teorema entendemos en este contexto un conjunto de cadenas de símbolos producido usando las reglas y partiendo de los axiomas

Podemos crear teoremas partiendo del axioma:

Se x igual a (**), a partir del axioma podemos obtener el teorema.

p^*q^{*}** (I)

Aplicando la regla a (I) obtenemos otro nuevo teorema:

Asignamos a x la cadena (**) a y (*) y a z (***) entonces

p^*q^{*}** implica que

$p^{}q^{****}$** (II) es un nuevo teorema derivado de (I).

También pueden existir aseveraciones falsas, es decir, que no pueden surgir a partir de la aplicación del axioma y la regla. Por ejemplo: **p^*q^*** es una aseveración falsa.

El sistema **pq^*** depende tan solo de su forma para funcionar, para llegar a un significado se necesita partir del axioma y aplicar la regla de manera recurrente. Sin embargo este sistema también puede tener un “significado humano”.

$p^{}q^{****}$** puede tener el significado humano “dos más dos es igual a cuatro” o “ $2+2=4$ ”.

“ ****** ” es equivalente a “2”

“ ******** ” es equivalente a “4”

“ **p** ” es equivalente a “+”

“ **q** ” es equivalente a “=”

La asociación del sistema **pq^*** con el concepto de suma es un ejemplo de isomorfismo, proceso descrito anteriormente a través del cual se genera el conocimiento según Hofstadter.

La “forma” es la portadora material del concepto, es decir, un *objeto lingüístico*. El “significado humano” es la suma de asociaciones que evoca el objeto en el cerebro humano. Mientras que las “formas” pueden ser sujetas de análisis y manipulación, los “significados humanos” son subjetivos y son comunicados indirectamente. Las operaciones en los lenguajes formales pueden ser delegadas a dispositivos mecánicos y máquinas. (Turchin, 1997b)

The difference between meaning in a formal system and in a language is a very important one, however. It is this: in a language, when we have learned a meaning for a word, we then make new statements based on the meaning of the word. In a sense the meaning becomes active, since it brings into being a new rule for creating sentences. This means that our command of language is not like a finished product: the rules for making sentences increase when we learn new meanings. On the other hand, in a formal system, the theorems are predefined, by the rules of production. We can choose “meanings” based on an isomorphism (if we can find one) between theorems and true statements. But this does not give us the license to go out and add new theorems to the established theorems. (*Hofstadter, 1999:52*)

Así, la cibercartografía conjunta lenguajes formales y no formales (con varios niveles de significado) en los procesos que la componen. Los lenguajes formales por lo regular se encuentran restringidos al artefacto (a los lenguajes en los que está programado) y a la representación de algunos modelos (como pueden ser modelos matemáticos).

Los mensajes geoespaciales de la cibercartografía se pueden comunicar a través de distintos tipos de lenguaje. Por ejemplo, Carmen Reyes acuñó el término “geotexto” para referirse al cuerpo de lenguaje relevante para el conocimiento y/o información geoespacial que es comunicado a través de palabras. (Reyes, 2005, 74) (Reyes et al., 2006:9)

Entre los siete elementos característicos de la Cibercartografía mencionados por Taylor esta el uso de formatos multimedia (Taylor, 2005:3). El uso de elementos multimedia puede ser visto desde el punto de vista de lenguajes formales y no formales. Cuando la multimedia se comunica a través del Internet es un lenguaje formal, cuando la multimedia se despliega en el monitor de una computadora y es interpretada por el usuario se convierte en un lenguaje no formal. La Web puede ser vista como una especie de tubería que transporta datos e información (tomando información como colecciones de datos relacionados). En los extremos de las tuberías tenemos interfaces máquina-humano. El humano transmite o recibe una serie de símbolos a través de su interacción con la máquina. La máquina codifica esos símbolos para que puedan transmitirse a través del Internet. La máquina no comunica conocimiento ni significado visto en el contexto de un sistema complejo adaptativo, el conocimiento se transmite (o construye) en la mente de los usuarios. Una página Web contiene una configuración de elementos que adquieren significado en la mente del usuario.

En cuanto al uso de la multimedia para los procesos de enseñanza y aprendizaje, Diana Laurillard clasifica los medios de acuerdo a categorías pedagógicas: medios narrativos (lectura, impresión, audiovisión, televisión, video); medios interactivos (hypermedios, recursos Web, televisión interactiva); medios adaptativos (simulaciones, ambientes virtuales, programas tutoriales, simulaciones tutoriales, juegos educativos) ; medios comunicativos (conferencias mediadas por computadora, ambientes de discusión virtual de documentos digitales, audioconferencias, videoconferencias, colaboración entre estudiantes); medios productivos (micromundos, micromundos colaborativos, modelado). (Laurillard, 2002)

4.4 Lenguajes y niveles de significado en la cibercartografía.

Los significados pueden estar estructurados en varios niveles. Por lo regular los significados de importancia para la cibercartografía se encuentran en un nivel jerárquico alto. Es por ello que los artefactos son diseñados usando una metodología top-down. Los niveles de significado imponen restricciones en la interacción humano-máquina. ¿Hasta qué nivel podemos conversar con un artefacto?

Capítulo 5. Representación del conocimiento ciber-cartográfico en la Web.

5.1 Significante y significado

Desde el punto de vista de la cibernética un objeto lingüístico (del tipo comando o aseveración) tiene el objetivo de transmitir significados a un agente. Un significado puede ser una acción o una pieza de conocimiento. La forma lingüística, o significante, es interpretada por agentes quienes le dan un significado.

En el lenguaje humano los significados y las “formas” lingüísticas se encuentran estrechamente ligados “... los “significantes” mediatizan toda nuestra experiencia de la significación, en virtud de su materialidad fónica o gráfica, se concibe de manera espontánea el sentido a su imagen.” (Tamba-Mecz, 2004:51) Sin embargo, existen ejemplos que nos muestran que puede existir una disociación entre significantes y significados: los de la traducción, paráfrasis, sinonimia, perífrasis, etc. (Tamba-Mecz, 2004:52)

En cuanto a las características de los significantes lingüísticos se distinguen: su *carácter perceptible* (acústico o gráfico), *lineal* o *secuencial*, su *organización* según dos planos de articulación distintos (que proporcionan un principio de delimitación y de reagrupamiento de los segmentos en *clases de niveles diferentes*, que se integran siguiendo una progresión jerárquica discontinua) y su doble sistema de regulación *sincrónica* y *diacrónica*. Un análisis lingüístico comprende dos operaciones básicas, la *segmentación* de la cadena hablada y la *clasificación de los elementos constitutivos* obtenidos. (Tamba-Mecz, 2004:53)

En contraste, los significados carecen de las propiedades de los significantes. No son directamente accesibles, ni lineales, ni doblemente articulados, no se les puede segmentar, ni cabe analizarlos en unidades de tamaño diferente. (Tamba-Mecz, 2004:56) Los significados cuentan con dos características básicas: su *intercambiabilidad* como *valores equivalentes*.

“Mientras que una forma significante se reconoce en virtud de su permanencia “esquemática” (toda ocurrencia de significante se identifica con respecto a un prototipo memorizado invariable), el significado por su parte, se define sólo de

manera relativa con otros significados, por *identificación* o *diferenciación*.”
(Tamba-Mecz, 2004:62)

La segunda propiedad fundamental de los significados es su *dependencia de una estructura semántica unitaria*, la que los determina mediante la *integración*. (Tamba-Mecz, 2004:63)

Los mensajes en cibercartografía se construyen utilizando distintos tipos de significantes, entre ellos están los significantes lingüísticos. También hay otros tipos de significantes como los elementos multimedia, mapas y otros modelos, que no cumplen con todas las características de los significantes lingüísticos. Por ejemplo, un mapa tiene un carácter perceptible, puede tener un “orden” y un sistema de regulación sincrónica o diacrónica, puede analizarse mediante la segmentación o la clasificación de sus elementos constitutivos, sin embargo, no cumple las características de linealidad o secuencialidad de los significantes lingüísticos.

Los significados requieren de una estructura semántica al igual que el conocimiento requiere de un contexto¹¹. En este punto se destaca el carácter holista de la cibercartografía, que entre otras cosas, reconoce la necesidad de entender el contexto en donde se suscita una problemática para poder establecer una retroalimentación efectiva entre los grupos participantes. No habrá una construcción y transmisión del conocimiento a menos que exista una estructura de referentes que lo integren.

5.2 Modelos y significado del espacio en las aplicaciones Web

Todos los seres humanos tienen una forma propia de conocer el mundo a pesar de que no sean conscientes de ello. La Web es una fuente de datos e información heterogénea, se expresan las opiniones más diversas y visiones encontradas. La construcción de significados a partir de la observación de los sitios Web depende en gran medida del criterio y experiencia de los individuos que discernen acerca de que información es relevante para ellos y cuál es desechada. El gran riesgo del aprendizaje en la Web radica justamente en la carencia general de modelos explícitos de conocimiento, hecho que conduce en varias ocasiones a asumir de manera implícita preceptos no fundamentados y sin criterios de validez (como coherencia y consenso).

¹¹ Ver capítulo 2.

En el caso de las aplicaciones con contenido geoespacial, los modelos de representación espacial, así como las fuentes de datos elegidas, nos conducen (casi siempre de manera implícita) a diferentes significados del espacio que buscan representar. Dodge y Kitchin hacen referencia a los significados del espacio ubicándolos en un continuo que tiene en un extremo la visión del espacio absoluto, que tan sólo funciona como un contenedor de datos y eventos, y en el otro extremo la concepción de espacio relacional, en donde los objetos en el espacio tienen una fuerte relación entre ellos y el lugar en el que se localizan. (2001:28)

Los modelos del espacio imperantes en las aplicaciones Web con contenido geoespacial conducen a un significado del espacio como un marco de referencia absoluto. El modelo funciona de manera análoga a una base de datos. En lugar de contar con tablas (como una base de datos relacional) se utiliza el mapa como la estructura de datos básica en donde se alojan los diferentes registros (lugares) que cuentan con diferentes atributos. El espacio es un contenedor y no se presentan modelos que ayuden a entender las relaciones dadas entre los elementos que se ubican en él. En estos casos existe una atadura directa entre la forma tecnológica (que a su vez se convierte en un significante) y el espacio que se busca representar, es decir, usar una representación del espacio como una base de datos (significante) sin la mediación de un modelo explícito de conocimiento puede conducir a significado del espacio como un contenedor. La figura 5.1 muestra una imagen tomada del Google Earth muestra la visión del espacio absoluto o espacio contenedor.

Recordemos que en el capítulo 2 se mencionó que existen distintos niveles de cognición espacial: la ubicación de puntos de referencia, la cognición de rutas y, en un nivel superior, el establecimiento de relaciones espaciales entre los objetos (conocimiento configuracional). Por lo general las aplicaciones Web con contenido geoespacial se limitan a los niveles más básicos de conocimiento espacial, es decir, el conocimiento de marcas y el de rutas.

Las razones por las cuales no existen mensajes explícitos que lleven a la comprensión del espacio de manera configuracional son diversas. Por un lado, el desarrollo tecnológico ha impulsado la visión del espacio contenedor. Las herramientas geoespaciales a menudo son creadas por programadores con una preparación incipiente en cognición y representación espacial, en general, los expertos en cuestiones espaciales como los geógrafos han quedado relegados de este proceso. La mayoría de estas herramientas son utilizadas por personas que tampoco tienen

familiaridad con la implementación de modelos espaciales. Si bien es cierto que la posibilidad de incorporar la dimensión espacial en la Web ha sido un avance, aun falta mucho por hacer para que se pueda obtener un conocimiento que aproveche todo el potencial que da la la dimensión espacial.

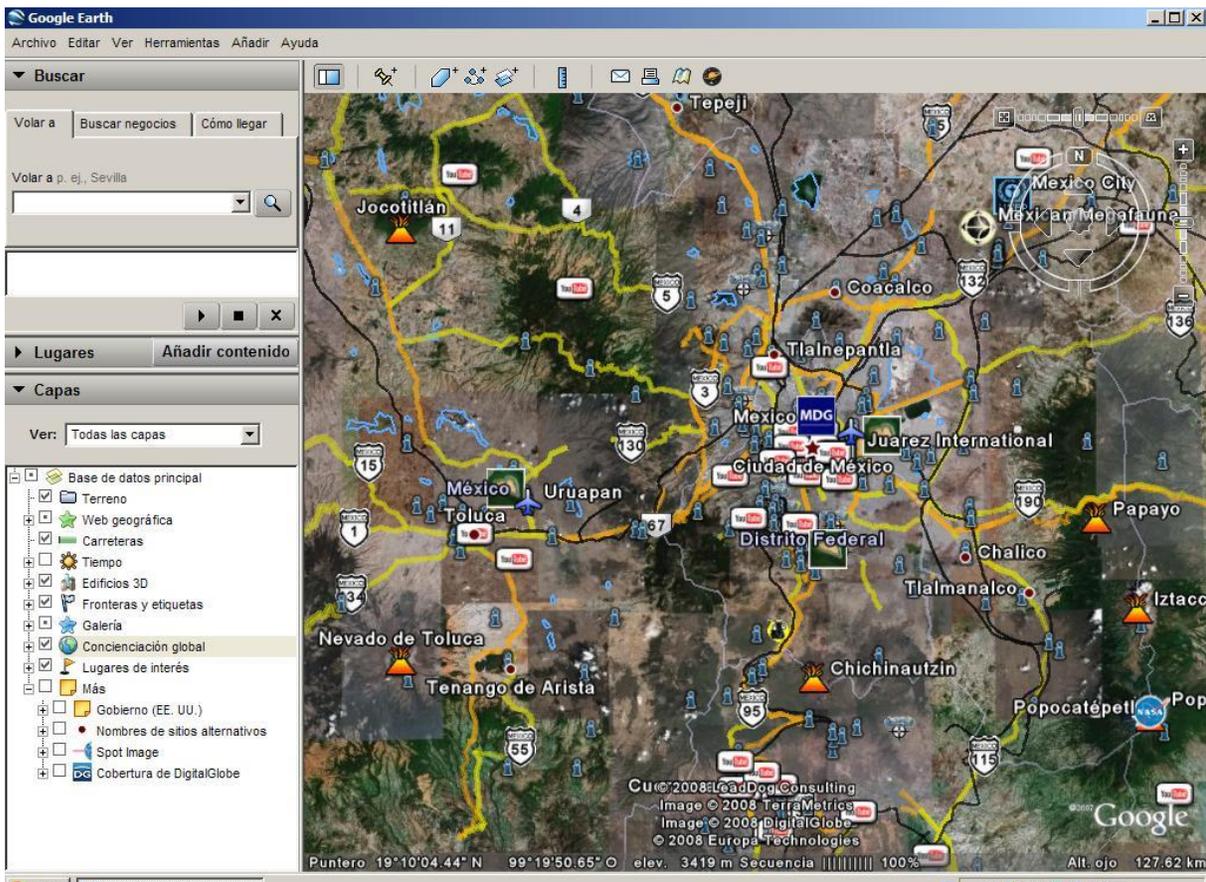


Figura 5.1 Ejemplo de un modelo de espacio contenedor (Google Earth).

En la Web existen sitios que buscan transmitir información y conocimiento tomando en cuenta un modelo de espacio dinámico. Por ejemplo, el sitio www.noaa.gov de la National Oceanic and Atmospheric Administration de los Estados Unidos (NOAA), tiene el fin de fungir como una fuente de información referente a diversos fenómenos climáticos. Para lograr este cometido se presentan módulos enfocados a usuarios con diferentes características (niños, estudiantes, expertos) que brindan un contexto para entender la información presentada. Hacen uso de imágenes de diversos tipos (satelitales, de radar) y animaciones para mostrar la evolución espacio temporal de los fenómenos meteorológicos.

El conocimiento cibercartográfico tiene como punto de referencia la constitución de mapas cognitivos (en un nivel configuracional) en la mente de los individuos. Los mapas mostrados nos conducen a un significado del espacio relacional. Sin embargo, este conocimiento no se limita a un nivel de relaciones espaciales. El espacio relacional funciona como elemento integrador dentro de un contexto más amplio (histórico, social, cultural, ecológico, etc). Esto crea un contraste entre una aplicación de cibercartografía y otro tipo de aplicaciones. En la Web la información está fragmentada, la capacidad de integrar estos elementos y construir conocimiento significativo depende en gran medida de la habilidad y experiencia con la que cuenten los usuarios para “navegar” los amplios y turbulentos mares del ciberespacio.

Un ejemplo del espacio configuracional como elemento integrador del conocimiento lo da el Atlas Cibercartográfico de Chapala producido por el CentroGeo (<http://www.centrogeo.org.mx/CiberAtlas/Chapala/presenta2.htm>). Este artefacto hace uso de diversos recursos (animaciones, texto y mapas dinámicos) para ayudar a entender las relaciones espaciales dadas entre diversos agentes. Cada elemento multimedia tiene el fin de transmitir un mensaje explícito. En la figura 5.2 se muestra la ruta que sigue el agua a través de diversos afluentes hasta el lago de Chapala. El módulo nos hace comprender cómo el lago de Chapala es parte de un sistema más amplio, su configuración está estrechamente relacionada a los fenómenos presentados a en distintos lugares. El lago no existe como algo aislado, sino en relación con otros elementos (cuencas y afluentes).

El espacio relacional funciona como elemento integrador de otras piezas de conocimiento (histórico, ecológico, social, económico, etc.). Todos estos módulos temáticos conforman en su conjunto la semántica que integra el conocimiento. El mapa y el texto son dos significantes complementarios que sirven en la transmisión de un significado.

Desde el punto de vista técnico una representación de espacio absoluto y una de espacio relacional utilizan la misma tecnología (la superposición de capas en el mapa, imágenes raster, vectoriales, etc.), sin embargo, la “forma” de la representación es la que le da un significado diferente al espacio. La forma está determinada por la intención del mensaje que se busca transmitir.



Figura 5.2 Imagen del atlas cibercartográfico de Chapala producido por el CentroGeo.

5.3 La importancia del modelo de conocimiento y los modelos de representación en cibercartografía.

La cibernética, retomando ideas de la teoría termodinámica, establece que a partir de un estado inicial, los sistemas pueden transitar a un estado final a través de diversos caminos. Extrapolando la idea al campo de la cibercartografía se puede decir que es posible transitar a la solución de las problemáticas espaciales de muchas formas. De hecho, el caso de una solución de cibercartografía es más complejo ya que, desde el marco de la cibernética de segundo orden un sistema autopoietico tiene la capacidad de replantearse y formular nuevas metas gracias a la retroalimentación que realiza con el entorno.

Los sistemas cibernéticos pautan su interacción con el entorno a partir de modelos. Aunque los sistemas pueden estar cercanos a un estado ideal, siempre existirán perturbaciones no contempladas que requerirán de nuevos modelos que permitan adaptarse a la circunstancia

observada. Es por eso que el proceso de la cibercartografía evoluciona en una espiral, la solución no es fija y se desarrolla a la par que las interacciones entre los sistemas involucrados.

Uno de los elementos característicos de un atlas cibercartográfico es la existencia de un modelo de conocimiento que queda plasmado implícita o explícitamente en el atlas. El modelo de conocimiento es un marco de referencia para las personas que participan en los procesos de la cibercartografía. En este proceso se pretende alcanzar una solución en conjunto, el modelo de conocimiento indica que factores se toman en cuenta y privilegian en el modelo de interacción con el entorno. Así, cada quien puede entender el enfoque desde el cual se aborda una problemática. En cierto modo, el modelo de conocimiento juega el papel del “paradigma” respecto al cual se aborda una problemática. El conocimiento representado y generado a través de procesos iterativos se fundamenta en presupuestos que pueden ser evaluados y reformulados constantemente (conocimiento científico).

Por otro lado, el modelo de conocimiento facilita la comprensión de los modelos de representación de la “realidad”. Gracias a esto una persona puede entender el isomorfismo establecido entre un significante (como puede ser un mapa) y la situación percibida.

La comprensión de los isomorfismos es muy importante. Por ejemplo, el sistema formal pq^* mostrado en el capítulo 4 tiene un significado en la mente de los humanos relacionado con la operación de adición entre los números naturales, es decir, se da un isomorfismo entre el sistema formal y el concepto de adición. Si al sistema pq^* se le añadiera una nueva regla o axioma, el isomorfismo podría perder su significado, el sistema formal no establecería un isomorfismo con la situación percibida. El modelo de conocimiento es de utilidad para entender el fundamento sobre el cual se construyen los isomorfismos y es el marco de significados a partir del cual los grupos sociales pueden reflexionar y obtener conclusiones acerca de su relación con el entorno.

5.4 Esquemas de representación de conocimiento e información en la Web.

La forma habitual de acceder a datos e información en la Web es mediante el uso de grandes portales como Google y Yahoo que cuentan con motores de búsqueda. Tradicionalmente estas consultas se realizaban a través de palabras clave lo cual producía resultados con contenido heterogéneo. Por ejemplo, la búsqueda de términos como “el niño” producía resultados referentes a un fenómeno meteorológico, un torero o un menor de edad.

La enorme cantidad de datos e información disponibles en la Web imponen diversos retos. Por un lado está el problema de la integración de los datos de tal manera que puedan ser accedidos por diversos sistemas a través de formatos estandarizados. Por otro lado está el problema de establecer conexiones lógicas entre estos datos de tal manera que puedan ser integrados de manera significativa. Por último se desea generar nuevo conocimiento a partir de estos datos.

5.4.1 La Web Semántica.

La Web Semántica, proyecto encabezado por el World Wide Web Consortium (W3C), se ofrece como la próxima evolución de la Web.

The Semantic Web is a Web of actionable information—information derived from data through a semantic theory for interpreting the symbols. The semantic theory provides an account of “meaning” in which the logical connection of terms establishes interoperability between systems. (Shadbolt, Berners Lee y Hall, 2006:96)

La Web Semántica cuenta con lenguajes, formatos y tecnologías como bloques constructores. En un primer nivel se encuentran los formatos utilizados para definir la información. El RDF (Resource Description Framework) es un formato que hace uso de un modelo relacional simple que permite que los datos estructurados y semiestructurados puedan ser mezclados, exportados y compartidos por aplicaciones diferentes. Este formato es derivado del XML (ver apéndice) y tiene el fin de dar una semántica básica que permita operar más fácilmente a agentes autónomos y servicios automatizados. (Feigenbaum et al, 2007:69) (Alesso y Smith, 2006: 83-102)

Una declaración en RDF se define a través de una tripleta objeto-atributo-valor. Cada pieza de datos y relación que los une son definidos por un nombre único relacionado con un identificador universal (o URI). Una aseveración del tipo “el título del libro es ficciones” se expresaría en RDF en un esquema parecido al siguiente:

<uri para **El libro**> <uri para **tiene el título**> <uri para **Ficciones**>

En donde el objeto es el **libro**, la relación (atributo) es **tiene el título** y el valor **Ficciones**.

En un siguiente nivel de la Web Semántica se encuentran las ontologías. En ellas los grupos e individuos pueden definir los términos y datos que utilizan frecuentemente así como las

relaciones entre estos elementos. Las ontologías se definen en el lenguaje OWL (Web Ontology Language), un estándar más específico que el RDF y compatible con él. La definición de ontologías varía de esquemas individuales hasta grupales, esquemas que tienen el fin de ser permanentes y otros temporales. Sin embargo, no buscan ser universales, son producto de acuerdos entre grupos sociales.

Un tipo especial de ontologías son las llamadas “*folksonimies*” (Shadbolt, Berners Lee y Hall, 2006:100) que representan una estructura que emerge orgánicamente cuando los individuos gestionan su propia información. Es el caso en donde un grupo considerable de personas está interesada en un cierto tipo de información y son incitadas a describirla (o etiquetarla). Este tipo de ontologías se encuentran principalmente en sitios de la llamada *Web Social* o *Web 2.0* como Friend of a friend (www.foaf-project.org).

En otro extremo están las ontologías que surgen dentro de medios científicos y académicos con el fin de compartir información. Por ejemplo, la OGC mencionada anteriormente, es el organismo principal encargado de dar estándares para la información geoespacial. En el caso de las ciencias de la información geográfica se ha utilizado la Web Semántica para ordenar y gestionar datos de manera eficiente. Por ejemplo, el Ordnance Survey del Reino Unido está utilizando la Web Semántica para integrar la enorme cantidad de datos geográficos con que cuentan de tal manera que tengan la capacidad de producir mapas precisos y a bajo costo. (<http://www.w3.org/2001/sw/sweo/public/UseCases/OrdSurvey/>). Entre las ontologías creadas por esta agencia están las referentes a geografía administrativa, construcciones y lugares, e hidrología entre otras. (<http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/ontology/>). La imagen 5.3 muestra un esquema que representa las relaciones entre diversos elementos que se buscan modelar en una ontología en OWL (en este caso la ontología de geografía administrativa del Ordnance Survey).

En el nivel más alto de la Web Semántica se encuentran los motores de inferencia. Estos consisten de software programado para analizar distintas ontologías y encontrar nuevas relaciones entre los términos y datos en ellas. Estos mecanismos de inferencia se utilizan en muchas áreas del quehacer humano.

Por ejemplo, el sistema llamado SAPHIRE fue creado en los Estados Unidos para detectar, analizar y responder ante problemas emergentes de salud pública. A través de una enorme base de datos estructurada mediante la Web Semántica el sistema se interconecta a una red de hospitales y clínicas en el área de Houston, Texas. El sistema se actualiza cada 10 minutos con información referente a pacientes internados, sus síntomas, lugar de residencia, etc. A partir de la detección de patrones el sistema puede producir informes que alerten sobre la aparición de una epidemia en un área determinada. (Feigenbaum et al, 2007:69-70)

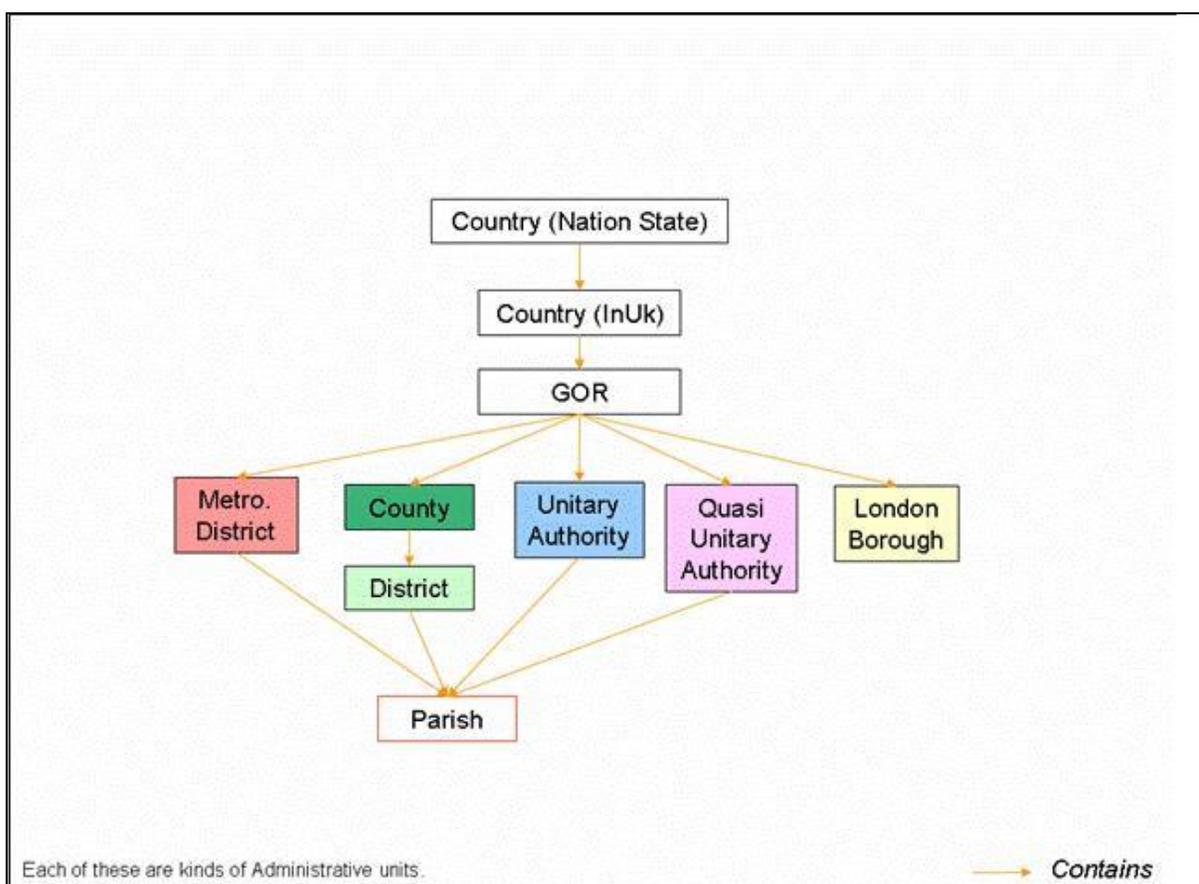


Figura 5.3 Esquema que representa la ontología del Ordnance Survey para la geografía administrativa. (Imagen tomada de <http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/ontology/v1/AdministrativeGeography.htm>)

5.4.2 Cómputo en Malla.

El cómputo en malla (o grid computing por su nombre en inglés) no es un esquema de representación del conocimiento, sin embargo está ligado directamente a la Web Semántica. Una definición general de Grid, dada por Foester, Kesselman y Tuecke, comúnmente aceptada es la

siguiente: “coordinated resource sharing and problem solving in dynamic, multi-institutional virtual organizations.”(Li y Baker, 2005:3)

El cómputo Grid está en un nivel de middleware (ver figura 5.4) y busca crear aplicaciones de cómputo tomando como infraestructura una red de computadoras. El usuario de una aplicación de este tipo no tiene por que percatarse de que el cómputo se realiza en muchos dispositivos, tiene acceso a todos los recursos de manera invisible. Varios organismos pueden quedar ligados a una aplicación Grid (compartiendo datos y recursos) de tal manera que se conforma una organización virtual.

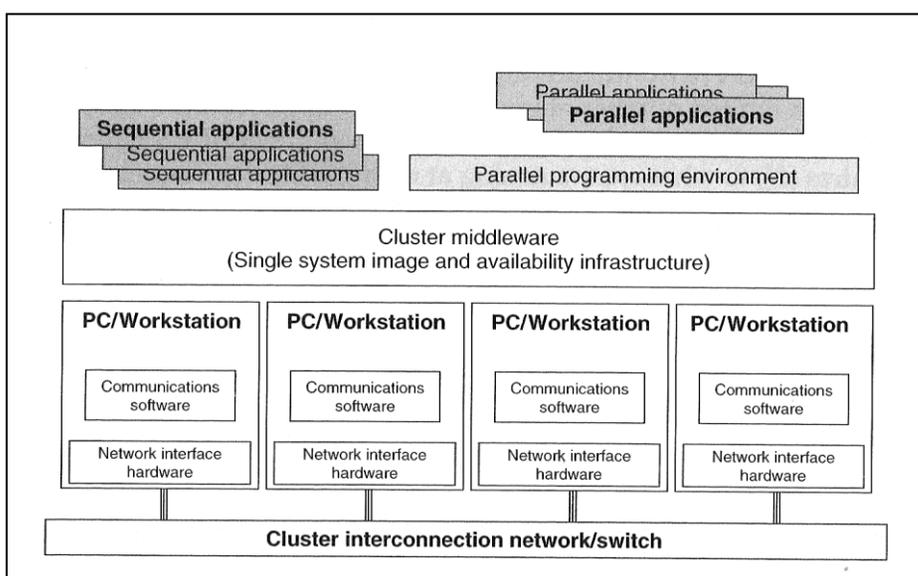


Figura 5.4 El cómputo Grid se encuentra en la capa middleware de un cluster de cómputo. Imagen tomada de (Li y Baker, 2005)

El GGF (Global Grid Forum) es el organismo que ha creado el estándar más importante para las aplicaciones Grid, el OGSA (Open Grid Services Architecture) que estandariza la mayoría de los servicios que una aplicación de este tipo puede utilizar como es el caso de los estándares para la interacción entre programas (como SOAP, WSDL y UDDI), la distribución de datos (XML), mensajería (SOAP y WS-Addressing), gestión de recursos (Web Services Resource Framework), etc. (Li y Baker, 2005) La figura 5.5 muestra un esquema para construir aplicaciones Grid a través de la arquitectura OGSA sobre la infraestructura OGSII (Open Grid Services Infrastructure).



Figura 5.5 La arquitectura para aplicaciones de Grid de acuerdo al modelo OGSA. Esquema original de (Li y Baker, 2005). Traducción del inglés y edición del autor.

El concepto del Semantic Grid ha evolucionado a la par de la Web Semántica y el cómputo en malla. El fin principal del Semantic Grid es el de explorar el uso de las tecnologías de la Web Semántica de tal forma que el cómputo grid se pueda enriquecer con la semántica. El Grid Semántico se ubica un nivel arriba de la Web Semántica y del Grid. (Figura 5.6)

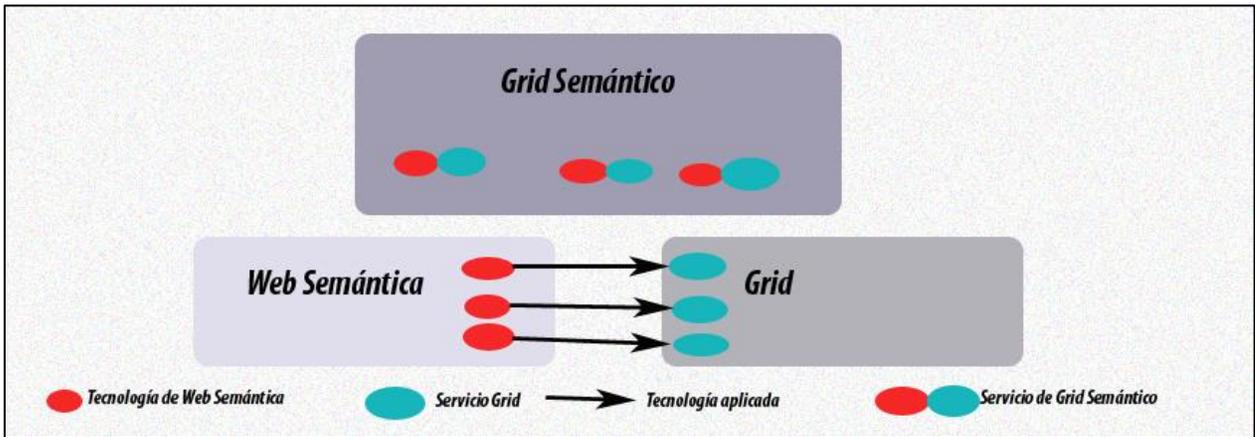


Figura 5.6 Esquema del Grid Semántico. Esquema original de (Li y Baker, 2005). Traducción del inglés y edición del autor.

El Grid Semántico tiene un enorme potencial en el campo de la ciencia. Por ejemplo, se pretenden crear modelos de metadatos para el uso y aprovechamiento de los datos en estudios científicos. A través de una aplicación de Grid Semántico los científicos tendrían la posibilidad no tan solo de acceder a las publicaciones más recientes en diversos temas, también podrán

contar con el acceso a los datos resultantes de estas investigaciones en aplicaciones de Grid Semántico. A través de análisis subsecuentes de los resultados, algunos en combinación con datos provenientes de otras investigaciones, los científicos podrán generar nuevo conocimiento. (Sufi y Matthews, 2007)

5.4.3 La Web Geoespacial.

El problema de la integración de datos disponibles en la Web, que busca solucionarse a través de la Web Semántica, también incluye el caso de los datos geoespaciales. Los autores Erle, Gibson y Walsh mencionan que el problema que se tiene en la Web es que no hay acceso directo a los datos geoespaciales, solo se pueden observar representaciones (mapas) creadas a partir de ellos. Ellos postulan que la meta de la Web Geoespacial es el de dar acceso directo a los datos sobre nuestro mundo, los que brindarán una base para que evolucione la forma de hacer mapas. Mencionan que con el advenimiento de la Web Geoespacial los usuarios podrán adaptar la forma de exhibir los datos de acuerdo a sus requisitos particulares. (Erle, Gibson y Walsh, 2005:434)

Por su parte Xavier Lopez (2006) liga el futuro de la red geoespacial (a la cual le llama Geospatial Semantic Grid) al desarrollo de las tecnologías de Web Semántica. Según Lopez, el desarrollo de este Grid ha sido impulsado por tres avances significativos.

El primer paso estuvo dado por la capacidad de las aplicaciones de Tecnologías de la Información y GIS de compartir y relacionar información de manera similar. Esto se logró al hacer que los tipos de datos geoespaciales (vectores, raster, redes y modelos topológicos) pudieran ser accedidos por medio de convenciones de programación estándar (como SQL, Java y XML). (Lopez,2006)

El segundo paso ha sido la aparición de los Web Services y la tecnología Grid, que mejoran el acceso a la información geoespacial. En este aspecto menciona la capacidad de integrar fuentes de datos heterogéneas, siendo el reto a futuro el establecer motores de mediación que permitan integrar estos datos heterogéneos. (Lopez, 2006)

Por último, el avance más reciente es la integración de aplicaciones de negocios, de servicios y especializadas. En este campo hay muchos retos pendientes. Por un lado, el saber que recursos de información requieren ser integrados a priori. Las aplicaciones pueden utilizar diferentes

estándares sintácticos, organizar la información de diversas formas y hasta utilizar diferentes terminologías para referirse a la misma información. Esto pone de manifiesto la necesidad de manejar diferentes ontologías. (Lopez, 2006)

5.4.4 Representación del conocimiento cibercartográfico en la Web.

La Web Geoespacial y la cibercartografía tienen el reto de la integración de datos y conocimiento geoespacial de manera significativa. Sin embargo, existen diferencias sustanciales entre ambos acercamientos empezando por lo que entendemos por conocimiento.

Según Lopez (2006) en el contexto de la Web Semántica el conocimiento es entendido como:

- Metadatos sobre el contenido o la definición de una base de datos (o esquema), un archivo o una página web.
- Metadatos sobre aplicaciones o procesos.
- Contenido traído de sitios Web y directorios Web.
- Metadatos sobre los metadatos.
- Datos extraídos de documentos de texto con herramientas semi-automatizadas.
- Anotaciones en fotografías, documentos de texto o archivos de video.
- Minutas/notas de una entrevista o encuentros representados como tripletas RDF.
- Nueva información modelada como una gráfica RDF.
- Información en periódicos, recursos de información, libros, revistas, conversaciones telefónicas, imágenes de satélite, etc.
- Reglas.

Esto es, representaciones de conocimiento explícito.

Por su parte, el conocimiento cibercartográfico es entendido como un conjunto de modelos, o un modelo de modelos, surgido a través de la interacción entre individuos y entre individuos y el entorno. Estos modelos tienen la capacidad de evolucionar. El conocimiento cibercartográfico tiene como núcleo el conocimiento espacial, pero se integra con otros conocimientos tomando como fundamento la visión holista dada por la cibernética y teoría general de los sistemas. Hasta ahora la Web Semántica no tiene la capacidad de construir esquemas que vayan de acuerdo a una epistemología circular (como la de la cibernética de segundo orden), en donde se rompe el mecanismo clásico de causa-efecto.

La Web Semántica está orientada a lograr que la información pueda ser “entendida” y generada de manera más significativa por las máquinas, el conocimiento cibercartográfico está orientado a ser entendido y generado por los humanos. Debido a esto, los enfoques difieren en su metodología. La Web Geoespacial Semántica busca integrar datos dispersos en la Web (enfoque botom-up) y la cibercartografía tiene la meta de integrar mensajes con contenido geoespacial pariendo de un modelo de conocimiento (top-down).

Podemos ejemplificar el problema de representar significados cibercartográficos a través de una ontología en OWL. Por lo regular, un recurso en la Web está ligado a un concepto general en un esquema OWL, es decir, existe una atadura entre significante y significado. En cambio el significado en una aplicación de cibercartografía se obtiene mediante la integración de diversos recursos en una configuración determinada. En este caso el significado no se puede segmentar (o mapear) a los elementos significantes; no existe una correspondencia uno a uno entre significantes y significado.

La producción de nuevo conocimiento en la Web Semántica se da mediante la aplicación de reglas de inferencia sobre esquemas dados (ontologías). Podemos imaginar esto como la generación de conocimiento dentro de un paradigma establecido. En la cibercartografía también se genera este tipo de conocimiento, pero adicionalmente el proceso de iteración dado por la hélice virtual contempla la capacidad de modificar el paradigma mismo.

Es claro que se pueden crear nuevas ontologías para la Web Geoespacial que representen nuevos paradigmas, pero estas serán generadas principalmente por los humanos. Hasta el momento los sistemas de software cuentan con una capacidad escasa o nula para generar nuevos esquemas de generación de conocimiento.

Mientras que el concepto de Web Geoespacial queda definido en términos generales, aun falta por establecer en qué consistiría (de ser posible) una Web Cibercartográfica. ¿Cuáles son los elementos que ayudarían a integrar el conocimiento cibercartográfico en el contexto de la Web?

Hasta ahora, el problema de la integración y representación del conocimiento está en manos de experto. La Web Semántica y el Cómputo Grid se ofrecen como alternativas tecnológicas que

pueden ayudar en la construcción de un artefacto cibercartográfico en la Web. Por ejemplo, los esquemas RDF y OWL pueden utilizarse para gestionar los datos que se utilizarán en la aplicación (como lo hace el Ordnance Survey). Un artefacto puede fungir como medio de comunicación, a través de las conversaciones podrán evolucionar semánticas de tipo *folksonomies* que ayuden a construir un lenguaje espacial. Por su parte, el cómputo Grid puede facilitar la implementación y eficiencia de procesos que, por su alto consumo de recursos de hardware y software, no han podido añadirse en las aplicaciones Web. Los diseñadores de los artefactos podrán resolver hasta qué punto y en qué aspectos utilizar estas tecnologías para construir una aplicación de cibercartografía en la Web.

El conocimiento cibercartográfico y el representado en la Web Geoespacial Semántica no son excluyentes. Una aplicación de cibercartografía se puede beneficiar con el uso de la Web Semántica y el Grid. Lo importante es determinar el límite en el uso de estas tecnologías.

5.4.5 Narrativas, una forma de transmitir significados.

Spender menciona que una de las formas de transmitir significados es la narrativa, razón por la cual el contar historias (storytelling) se ha convertido en una de las especialidades de la Gestión del Conocimiento (2005:132). En las organizaciones las historias compartidas por una comunidad funcionan como fuente de información que brinda acceso al conocimiento colectivo con el que cuentan. Eso enfatiza la importancia de las redes sociales, ya que ellas albergan y preservan ese conocimiento informal. (Tsoukas y Valdimirou, 2005:98) El contar historias funciona también como un medio de transmitir aquel tipo de información que puede tener distintos matices. (Leonard y Swap, 2005:162)

La evolución de los medios de comunicación como la Web ha impulsado la investigación en cuanto a la construcción de narrativas a través de elementos multimedia en diferentes ámbitos, por ejemplo, como medio de enseñanza de idiomas (Tsou, et. al., 2004), las artes y el diseño gráfico. (Wei y Wei, 2006)

En el caso de la cibercartografía varios autores se han preocupado por implementar aplicaciones en donde los usuarios puedan contar sus propias historias. Por ejemplo, en el caso de la Biblioteca Digital de la Cuenca de Georgia (Georgia Basin Digital Library) se incluye un

módulo de historias locales (Harrap, et. al., 2005); Cartwright (2005) ha utilizado el concepto de “graphical storytelling” en la creación de diversas aplicaciones que permiten a los usuarios el entendimiento de la geografía mediante la exploración del espacio geográfico utilizando metáforas conducidas por el usuario, incluyendo una metáfora narrativa; el marco de trabajo de cibercartografía Nunaliit, cuenta con módulos que son representaciones de temas en un atlas o conceptos que contienen elementos cartográficos, narrativos y multimedia que permitan examinar una pregunta determinada, un tópico, área o fenómeno relacionado a una “región” conceptual o geográfica (Pulsifer, et. al., 2008:169).

En el caso de los artefactos cibercartográficos producidos por el CentroGeo las narrativas evolucionan a la par que el diseño de la solución tecnológica. En gran medida la narrativa se manifiesta en el proceso de integración de los mensajes geoespaciales en una solución tecnológica determinada, este proceso implica decidir que historias se van a contar y cómo. El modelo de conocimiento sirve como el hilo conductor de las historias que se cuentan, lo cual facilita la asimilación de los significados por los usuarios.

También cabe destacar el papel que tiene la persona que presenta los atlas ante los diversos grupos involucrados en una problemática geoespacial¹². Este personaje es el encargado de “contar las historias” contenidas en los artefactos cibercartográficos y ayuda a establecer un vínculo entre los usuarios y los artefactos.

¹² Ver sección 2.4.7

Capítulo 6. Conclusiones. Hacia la cibercartografía en la Web.

La cibercartografía puede ser vista como un proceso social que involucra la construcción de un marco de significados, la generación y transmisión de conocimiento y el uso del conocimiento como guía para la práctica. Este proceso se manifiesta a través de una doble retroalimentación entre el individuo y su entorno. Un primer tipo de interacción va enfocada a reforzar, crear o modificar el mapa cognitivo del individuo (integrado en un contexto más amplio que es su “modelo de la realidad”) a través de la construcción de significados, es una retroalimentación que podemos denominar como cognitiva. Un segundo tipo de interacción va direccionada a “confrontar” el mapa cognitivo con la realidad percibida, es una retroalimentación fundamentada en la práctica. Además, el nuevo conocimiento adquirido puede servir como guía para nuevas prácticas. Los resultados de esta segunda retroalimentación cerrarán un ciclo en la hélice virtual y abrirán uno nuevo.

Algunas disciplinas enfrentan graves problemas a la hora de abordar el tema del conocimiento debido a que establecen distintos tipos de conocimiento (como datos, significados y práctica) y posteriormente encuentran serias dificultades cuando tratan de vincular estos fragmentos. En contraste, epistemología de la cibernética de segundo orden (en la cual se fundamenta la cibercartografía), tiene una visión más amplia del conocimiento, permitiendo integrar de manera natural a los datos, significados y práctica en un solo proceso que involucra la construcción y uso del conocimiento.

Otro elemento de relevancia en el proceso de la cibercartografía es la construcción de un marco de significados que establezca los lenguajes que se utilizarán para gestionar y comunicar las representaciones del conocimiento, así como comunicar los presupuestos básicos a partir de los cuales se construye el conocimiento científico en esta disciplina.

Un artefacto cibercartográfico (o atlas cibercartográfico) tiene la función de ser un medio de representación y comunicación de mensajes geospaciales, además, es un marco de referencia para las conversaciones dadas en el seno de la sociedad. La práctica queda fuera del artefacto cibercartográfico y está ligado a las interacciones entre las personas y su entorno.

Además de un medio de representación de conocimiento y repositorio de información, un atlas cibercartográfico en la Web ofrece la capacidad de constituirse en un medio de comunicación entre los individuos. A diferencia de los artefactos en otros medios (como el CD) que funcionan de manera aislada, un atlas en la Web ofrece interconectividad.

Una de mis hipótesis es que la cibercartografía Web podría ofrecer varias ventajas para la construcción de artefactos en comparación con otros medios como el CD, de tal manera que los artefactos pueden acompañar de mejor manera el ciclo de generación y distribución de nuevo conocimiento. Cabe mencionar que el uso de la Web está determinado por factores como la accesibilidad a Internet en el contexto de aplicación y la cultura prevaleciente en el medio.

Las mayores ventajas de un artefacto en la Web quedarán manifiestas a partir del segundo ciclo de iteración en el proceso marcado por la hélice virtual. En el primer ciclo de iteración se parte de cero, es decir, no se cuenta con un artefacto. En todos los casos (sea Web o CD) se tiene que pasar por un proceso de diseño y construcción.

Una vez que se han integrado los mensajes geoespaciales y se ha realizado el modelado del artefacto se pasa a introducirlo en una dinámica social. El uso del artefacto y las interacciones entre los diferentes agentes que participan en el proceso darán paso a nuevas demandas de conocimiento que se traducirán en la implementación de nuevas funcionalidades y modelos en la aplicación.

En un artefacto distribuido en un medio como el CD el rediseño que incorpore las nuevas demandas tiene varias consecuencias negativas, la principal de ellas es que se marca una discontinuidad, es decir, una ruptura del vínculo entre los usuarios y el artefacto. Una vez que se crean nuevas demandas de conocimiento, los grupos involucrados en el proceso tendrían que esperar un tiempo antes de utilizar un artefacto rediseñado que incorpore nuevos conocimientos. Se tendría que recompilar la aplicación, crear nuevos CDs (lo cual implica un costo considerable), distribuirlos entre los usuarios y finalmente instalarlos en las computadoras. Este lapso puede ser considerable, rompiendo con el ciclo cibercartográfico.

Las aplicaciones Web pueden ser diseñadas con una arquitectura modular, lo que conlleva varias ventajas. Por una parte, se tiene la posibilidad de contar permanentemente con una aplicación funcional que puede ser modificada y actualizada de manera paulatina. Una vez que se ha desarrollado o rediseñado un nuevo módulo la aplicación se actualiza en un lapso menor. Esto ahorra dinero (no se tienen que producir nuevos CDs), y ahorra tiempo (no se tiene que redistribuir la aplicación entre todos los usuarios), tan sólo se tiene que reinstalar la aplicación o módulo en un servidor. Una aplicación Web puede contar con un ciclo de desarrollo continuo y progresivo que acompañe de manera natural y en todo momento al ciclo de la cibercartografía.

Una aplicación en Web tiene la capacidad de actualizar sus bases de datos constantemente y de hecho, en algunos casos, se puede contar con datos en tiempo real. Este es un elemento importante, ya que, si una aplicación no es actualizada perderá su valor para generar conocimiento y caerá en desuso.

Tal vez el potencial más grande de la implementación de la cibercartografía en la Web sea la comunicación. Hemos visto como el conocimiento se genera a partir de la interacción entre diversos agentes. La cibercartografía en la Web no excluye los canales tradicionales de interacción y comunicación (principalmente la interacción cara a cara entre los actores en una problemática), además ofrece nuevas formas de interacción entre los usuarios.

El concepto de la Web 2.0, es decir, la red social, y a partir del cual se han creado innumerables aplicaciones (muchas de ellas con contenido geoespacial) ofrece una oportunidad de desarrollo para la cibercartografía. Ahora los usuarios no tienen tan sólo la oportunidad de interactuar con una aplicación y agregar información. También tienen la posibilidad de difundir esta información hacia otros usuarios a través de la Web. Pueden establecer nuevos vínculos entre sí, como es el caso de las redes sociales (Friend of a Friend) en donde las personas entran en contacto a través de intereses o conocidos en común expresados en los perfiles de los usuarios.

Un artefacto cibercartográfico puede quedar constituido por un núcleo central de representación de conocimiento (atlas cibercartográfico tradicional) y por módulos periféricos de comunicación y aplicaciones sociales que permitan la retroalimentación entre los usuarios.

La comunicación en la Web puede ser sincrónica, como es el caso de los chats o una aplicación en la que participen varios usuarios al mismo tiempo (como puede ser un video juego), o asincrónica (uso de blogs o wikis). Estas aplicaciones son muy útiles en el proceso de la cibercartografía. Se puede contar con información de primera mano expresada por los usuarios (a través de comentarios o el monitoreo del uso que se hace del atlas) y a su vez, los documentos generados sirven como una guía para percibir las nuevas demandas (en cuanto a funcionalidad e información) provenientes de los distintos grupos de usuarios.

Si bien es cierto que de acuerdo a las definiciones adoptadas para el presente trabajo el conocimiento se encuentra principalmente en la mente de las personas, es indudable que la información generada por ellas está relacionada con los procesos cognitivos que realizan.

En la cibercartografía en la Web la gestión del conocimiento debe ser orientada por un grupo de expertos. La construcción del marco de conocimiento, la creación de mensajes y su integración por medio de narrativas es un proceso que involucra aspectos científicos y artísticos que están en manos de los humanos. Una vez creado el modelo de conocimiento, se pueden utilizar técnicas automatizadas para gestionar tanto los datos como la información que vayan de acuerdo a los requerimientos establecidos para la aplicación.

La Web es un medio cibernético que ha tenido un gran impacto en la experiencia cotidiana de las personas. El desarrollo de aplicaciones Web que coadyuven en el proceso de la cibercartografía impone retos y oportunidades para la cibercartografía. La cibercartografía Web plantea nuevas líneas de investigación que ayudarán a que siga evolucionando el marco conceptual de esta nueva y dinámica disciplina.

Capítulo 7. Visión a futuro y algunas líneas de investigación en cibercartografía.

7.1 El artefacto cibercartográfico.

7.1.1 Representación del conocimiento en los artefactos cibercartográficos.

El proceso de inserción de las representaciones del conocimiento en los artefactos es producto de la metodología propuesta por el CentroGeo para el diseño y construcción de los artefactos cibercartográficos. Esta metodología ha sido exitosa y será un elemento importante en la cibercartografía en la Web.

En este aspecto debemos enfatizar el papel preponderante del modelo de conocimiento que ayuda a integrar los mensajes geospaciales. Este es uno de los elementos que contrastan el común de las aplicaciones Web geospaciales y las aplicaciones de cibercartografía.

La carencia de modelos de conocimiento puede llevar a asumir de manera implícita significados del espacio que están atados a una plataforma tecnológica. El espacio suele ser visto como un contenedor de información y esto hace que se pierda la riqueza que puede dar la incorporación de la dimensión espacial en las aplicaciones.

También el modelo de conocimiento es un referente que ayuda a construir isomorfismos entre las representaciones (como lo es un mapa) y la situación que experimentan los individuos. Gracias a esto, el individuo puede integrar más fácilmente el nuevo conocimiento a su modelo del mundo. Por el contrario, la carencia de un modelo explícito y contextualizado, puede conducir a conclusiones erróneas.

7.1.2 Comunicación en los artefactos cibercartográficos.

En un artefacto cibercartográfico se deben considerar tres tipos de comunicación que pautan la utilización de distintos tipos de lenguaje. La comunicación humano-máquina, máquina-máquina y humano-humano.

7.1.2.1 Comunicación humano-máquina

La comunicación humano-máquina se da a través de lenguajes formales (como el matemático o un lenguaje de programación), también existe una interacción humano-máquina determinada por isomorfismos que establecen una conexión entre un lenguaje formal (en la máquina) y un sistema de significados emergentes en la mente de las personas. Por ejemplo, una estructura de datos (como una línea) puede tener un mapeo a un sistema de significados como un camino.

7.1.2.2 Comunicación máquina-máquina

La comunicación máquina-máquina va principalmente encaminada a transmitir datos y comandos para realizar procesos. Para esto se utilizan lenguajes formales, principalmente lenguajes etiquetados como el HTML o XML. El significado humano va encapsulado dentro de estas aplicaciones, siendo incomprendible para las computadoras. La Web Semántica tiene el fin de lograr que estos datos puedan ser procesados de manera más significativa para los humanos. El proceso es justamente el de establecer un isomorfismo entre un sistema de significados humano (un mapa mental) y un esquema de representación (ontologías) asociado a los datos. En el caso de los datos geoespaciales se han desarrollado lenguajes como el GML y estándares de comunicación como los establecidos por la OGC.

7.1.2.3 Comunicación humano-humano

La implementación de un artefacto cibercartográfico en la Web brinda la oportunidad de establecer canales de comunicación entre los humanos. Esto es óptimo cuando existen barreras físicas o temporales que impiden la comunicación directa entre las personas.

Estrictamente hablando la comunicación humano-humano a través de la Web o el Internet implica una interacción humano-máquina-humano. El significado de los mensajes transmitidos entre las personas es codificado en la máquina para ser enviado a través de un medio electromagnético a otra computadora remota en donde el mensaje es reconstruido e interpretado por un individuo. En este sentido el Internet funciona como una tubería que conduce mensajes.

La comunicación entre personas se da en un lenguaje natural y tiene características diferentes a la que se da por medio de los lenguajes formales. El principal punto a resaltar es el carácter dinámico de los significados que se transmiten.

El significado de un mensaje en lenguaje natural no puede ser descompuesto a diferencia de la estructura simbólica que se utiliza para transmitirlo. He ahí la dificultad que tienen las máquinas para comprender los significados humanos.

La cibercartografía en la Web se puede valer de las herramientas creadas en la llamada Web Social o Web 2.0 para contar con canales de comunicación entre las personas. Los Chats, blogs, y wikis pueden ser de gran utilidad. Sin embargo la comunicación entre humanos sobre temas geoespaciales a través de la Web ofrece retos y oportunidades para la cibercartografía.

En el capítulo 3 se describieron aplicaciones sociales de contenido geoespacial como wikimapia, en donde la gente puede agregar comentarios de texto o vínculos hipermedia en un mapa. El lenguaje de comunicación utilizado es en su mayoría el lenguaje natural (expresado a través de textos). El lenguaje natural es el sistema de comunicación más elaborado y familiar para los humanos. En las aplicaciones el uso del lenguaje natural nos muestra los límites de otros tipos de lenguaje. Así, aunque wikimapia tiene un contexto espacial, la gente recurre al lenguaje natural para expresar sus ideas con respecto al espacio. La cibercartografía tiene la oportunidad de investigar y generar nuevos lenguajes espaciales entre las personas. Las mismas aplicaciones disponibles en la Web nos muestran un posible camino hacia la evolución de nuevos lenguajes geoespaciales. Por ejemplo, los chats han evolucionado a través de la implementación de iconos gestuales y abreviaturas que expresan ideas de una manera más concreta. En vez de escribir “estoy contento” los usuarios de los chats utilizan el símbolo “:-)”. El estudio del geotexto (término acuñado por la Dra. Reyes) (Reyes, 2005, 74) se constituye por igual en una línea de investigación que puede conducir a la conformación de nuevos lenguajes geoespaciales.

Por su parte la Web Semántica puede ayudar en los procesos de comunicación a través del desarrollo de ontologías tipo *folksonomies*, en donde los conceptos en torno a los cuales giren las conversaciones vayan evolucionando en un proceso social en la Web.

Una línea de investigación en cibercartografía se da a partir de estudiar el papel que juega el narrador del artefacto (es decir, aquella persona que presenta el artefacto a los grupos de usuarios). ¿Será posible implementar las narrativas producidas por este personaje directamente en un artefacto?

7.2 Ventajas de la cibercartografía Web

La construcción de artefactos cibercartográficos sobre la Web ofrece ventajas sobre otros medios como el CD. Para empezar, un artefacto en otro tipo de medios cuenta con restricciones que pueden aislar a la aplicación. Recordemos que la cibercartografía no es un producto aislado, sino parte de un paquete de análisis e información.

7.2.1 Proyectos de mayor escala.

Existen atlas producidos por el CentroGeo que abarcan una escala regional como es el caso del atlas cibercartográfico del Lago de Chapala o de la Selva Lacandona. Por otro lado, el atlas de ciudades competitivas (también producido por el CentroGeo) abarca una escala territorial. Freundsuh y Egenhofer (1997) mencionan que hay conocimiento espacial de gran escala que es difícil (o imposible) de experimentar de manera directa como es el caso de los países o continentes. La forma de generar conocimiento sobre estos espacios suele ser de manera indirecta, a través de mapas o imágenes satelitales. Esto implica el aprendizaje espacial de segundo orden. La cibercartografía en la Web puede ser el eje central para la comprensión y solución de problemas en grandes escalas espaciales. Un artefacto en la Web tiene el potencial de ser un medio de integración de conocimiento y comunicación para grupos sociales en gran escala.

En este contexto el cómputo Grid y la Web Semántica son herramientas tecnológicas que facilitarían la implementación de artefactos. La creación de ontologías serviría para crear una infraestructura de datos sobre la cual se monte la aplicación de cibercartografía. El cómputo Grid ayudaría a la construcción de una aplicación distribuida. De esta forma se podrían conformar organismos virtuales que cooperen en la creación de nuevo conocimiento geoespacial.

Reyes y Martínez expresan “... cualquier usuario en cualquier parte del mundo se puede relacionar con los atlas y aprender de manera holista asuntos relacionados a su modelo de conocimiento”¹³ (Reyes y Martínez, 2005:129) Los atlas, como paquetes de información y análisis, pueden estar relacionados a diferentes contextos.

¹³ Traducción del autor

7.2.2 Capacidad de evolución de las aplicaciones Web.

En los últimos años la Ingeniería de Software ha puesto especial interés en las arquitecturas de software. Esto ha traído como consecuencia el desarrollo de patrones de diseño que permiten que las aplicaciones puedan interoperar, reciclar componentes, funcionar de manera confiable y ser de fácil mantenimiento. Por ejemplo, muchos problemas surgen cuando las aplicaciones mezclan el código referente a acceso a datos, lógica de negocio y código de presentación. Estas aplicaciones son difíciles de mantener debido a las interdependencias entre todos los componentes, lo que causa efectos en toda la aplicación cuando se hace un cambio. El patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador resuelve estos problemas mediante la separación del acceso a datos, la lógica del negocio, la presentación de los datos y la interacción con el usuario. Se pueden modificar estos aspectos por separado sin la necesidad de impactar el resto de la aplicación.

Las aplicaciones Web en especial cuentan con una gran cantidad de patrones de diseño que facilitan la programación y la gestión de la aplicación. Se pueden agregar, crear o modificar funcionalidades sin la necesidad de que la aplicación deje de operar. Una aplicación Web de cibercartografía puede evolucionar a la par que el ciclo de la hélice virtual. En el caso de los artefactos en otros medios como el CD la evolución se dificulta ya que una nueva iteración implica la compilación del código fuente y una nueva instalación de la aplicación en una computadora.

Otra ventaja de las aplicaciones Web radica en el uso de componentes reutilizables. Los marcos de trabajo (frameworks) son un conjunto de librerías en donde se programan operaciones comunes a un tipo de aplicación. En el contexto de la cibercartografía el Geomatics and Cartographic Research Centre de la Universidad de Carleton ha creado el marco de trabajo Nunaliit (www.nunaliit.org) que implementa funciones comunes a un atlas cibercartográfico, como es el despliegue de mapas y la adición de texto. El CentroGeo podría desarrollar sus propios marcos de trabajo o coparticipar en proyectos como el Nunaliit.

7.2.2 Control y desarrollo de métricas

Una aplicación de cibercartografía en la Web puede controlarse de diferentes maneras. Se pueden restringir accesos a determinados módulos o funcionalidades de acuerdo al perfil de los usuarios. Para poder cuantificar el grado de “éxito” de una aplicación, se pueden desarrollar métricas que

nos permitan monitorear las funciones más requeridas por la aplicación o los módulos más visitados.

7.2.3 Incorporación de datos e información de la Web.

El conocimiento cibercartográfico no está fragmentado y depende del contexto. Un atlas en la Web puede contextualizarse con diversos tipos de información, incluyendo la información disponible en la Web y creada por otros organismos. Por ejemplo, se pueden agregar módulos de noticias actualizadas sobre el proceso de estudio. También se cuenta con la posibilidad de añadir información en tiempo real (como imágenes de satélite).

7.3 Aspectos a considerar en la cibercartografía Web.

La construcción de los artefactos cibercartográficos en la Web tiene que contemplar el hecho de que existe una cultura entre los grupos sociales a los cuales va enfocada la solución pero también existe una cultura de la Web. La forma de acceder a la información debe ser sencilla y dinámica. A la vez, un sitio Web debe dar la impresión de “estar vivo”, es decir, ser constantemente actualizado y mantenido, de lo contrario no despertará el interés de los usuarios y caerá en el abandono.

Por último, la Web es un medio complejo. Existe una inmensa cantidad de tecnologías disponibles y para diseñar la solución tecnológica se debe de analizar bien qué tecnologías son necesarias. Cuando se diseñan estas aplicaciones se corre el riesgo de caer en la “moda” sin una reflexión previa. Por ejemplo, la corriente parece estar llevando hacia la Web Semántica. Hemos visto que existe una diferente concepción del conocimiento en cibercartografía y en Web semántica. . En un caso el conocimiento es creado por los humanos y para los humanos, la Web Semántica está diseñada para que los agentes de software manejen datos y puedan generar “conocimiento” a través de mecanismos de inferencia. Se puede diseñar una aplicación que infiera piezas de conocimiento geoespacial de manera automatizada, esto sin duda podría ser de utilidad, pero esta forma de producir el conocimiento es diferente, y en cierto sentido opuesta, al proceso social a partir del cual surge el conocimiento cibercartográfico. Con esto no quiero decir que la cibercartografía no puede hacer uso de tecnologías como la Web Semántica, la idea es que el uso de las tecnologías debe quedar determinado por el contexto de la problemática a resolver.

Apéndice. La Web desde el punto de vista estructural, lenguajes de comunicación de la Web y los lenguajes de comunicación geoespaciales.

La Web es una aplicación montada sobre el Internet. La infraestructura física sobre la que se monta la Web y el Internet está constituida básicamente por diversas clases de dispositivos (computadoras personales, servidores, ruteadores, etc.) unidos por canales de comunicación (cables, fibras ópticas, ondas electromagnéticas). Sin embargo, podemos visualizar al Internet como la infraestructura de la Web.

Un modelo que ha establecido los estándares para el desarrollo de protocolos de comunicación y lenguajes de Internet es el modelo OSI (Open System Interconnection), creado en 1984 por la Organización Internacional para la Estandarización o ISO (por sus siglas en inglés). El modelo OSI consta de siete capas, cada una de las cuales tiene varias subcapas. Cada capa desempeña una función particular (Figura A.1).

Los productos de software o hardware que implementan la lógica del protocolo de alguna de las capas del modelo tienen dos funciones en términos generales: (1) Cada capa le da un servicio a la capa adyacente dependiendo de la especificación del protocolo (Figura A.2). (2) Cada capa comunica alguna información con el software o hardware perteneciente a la misma capa en alguna otra computadora (Figura A.3). (Odom, 2002:90)

Un concepto clave en el modelo OSI es el de encapsulación. Este proceso consiste en poner encabezados y tramas a algunos datos. La encapsulación pone los datos en un formato adecuado de tal forma que puedan proveer un servicio a la capa adyacente o a la misma capa en otra computadora. (Odom, 2002:94) En la figura A.2 los rectángulos en cada capa representan datos encapsulados.

Los protocolos de comunicación utilizados por la Web (principalmente el HTTP) se encuentran en la capa de nivel más alto del modelo OSI, es decir, la capa de aplicación.

La Web utiliza diversos lenguajes para desempeñar sus funciones. En términos generales requerimos de un protocolo de comunicación, un lenguaje para estructurar los elementos que contiene una página Web y, lenguajes para el intercambio de datos entre aplicaciones de la Web.

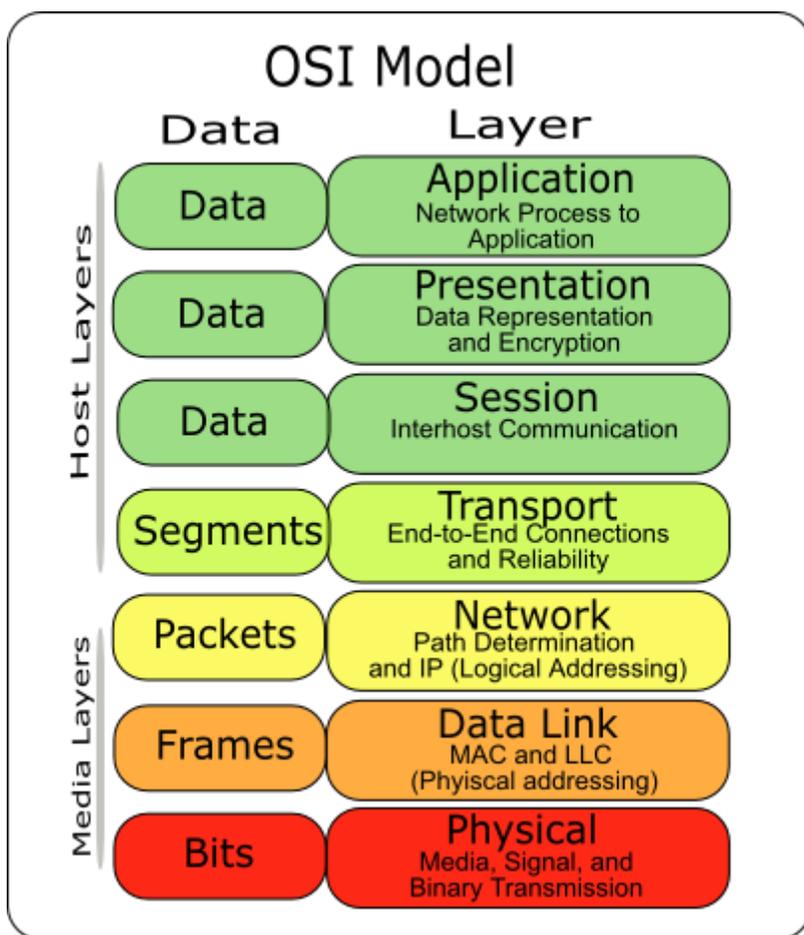


Figura A.1 Modelo OSI. Imagen tomada de (Odom, 2002)

El protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol) es utilizado en la mayoría de las transacciones en la Web. Éste está basado en un cliente (un navegador de Web), que hace peticiones a un servidor que le envía la respuesta. Las conexiones duran tan solo lo necesario para realizar una transacción.

Los métodos básicos para realizar transacciones son el GET (para obtener cantidades limitadas de información), POST (para cantidades ilimitadas de información). El resto de los métodos disponibles son PUT, TRACE, DELETE, OPTIONS y HEAD. (Falkner y Jones, 2003)

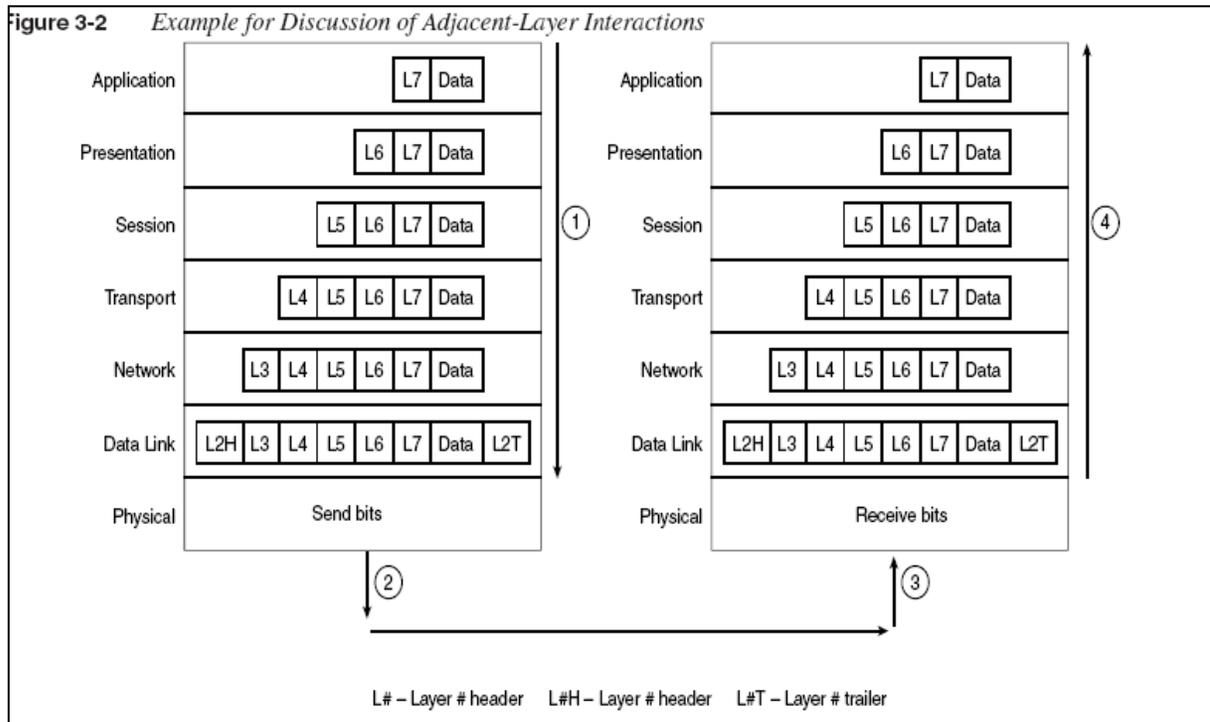


Figura A.2 Servicios a capas adyacentes en el modelo OSI. Imagen tomada de (Odom, 2002)

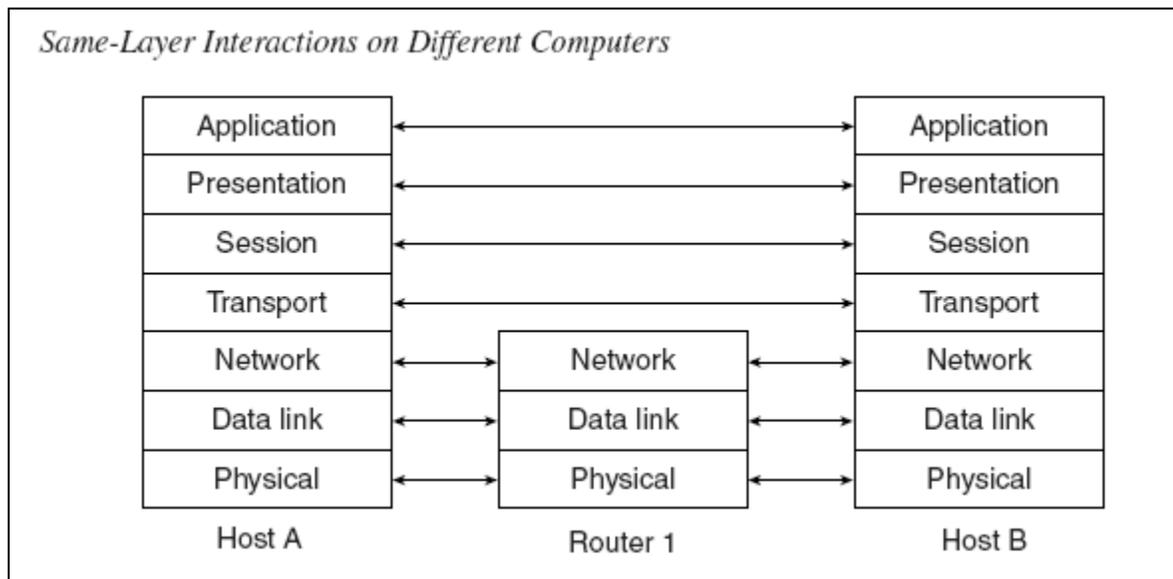


Figura A.3 Comunicación entre las mismas capas en computadoras remotas. Imagen tomada de (Odom, 2002)

En general lo que se obtiene a través de las peticiones es un conjunto de cadenas de caracteres que conforman la información requerida. No toda la información es desplegada en la página, parte de la información obtenida consiste de metadatos (utilizados por la aplicación Web, pero no desplegados en la página).

La figura A.4 muestra una petición y respuesta en HTTP. La petición (utilizando el método GET) consiste en obtener el código de una página Web (/jspbook/index.html). La respuesta consiste de la página Web en el lenguaje HTML.

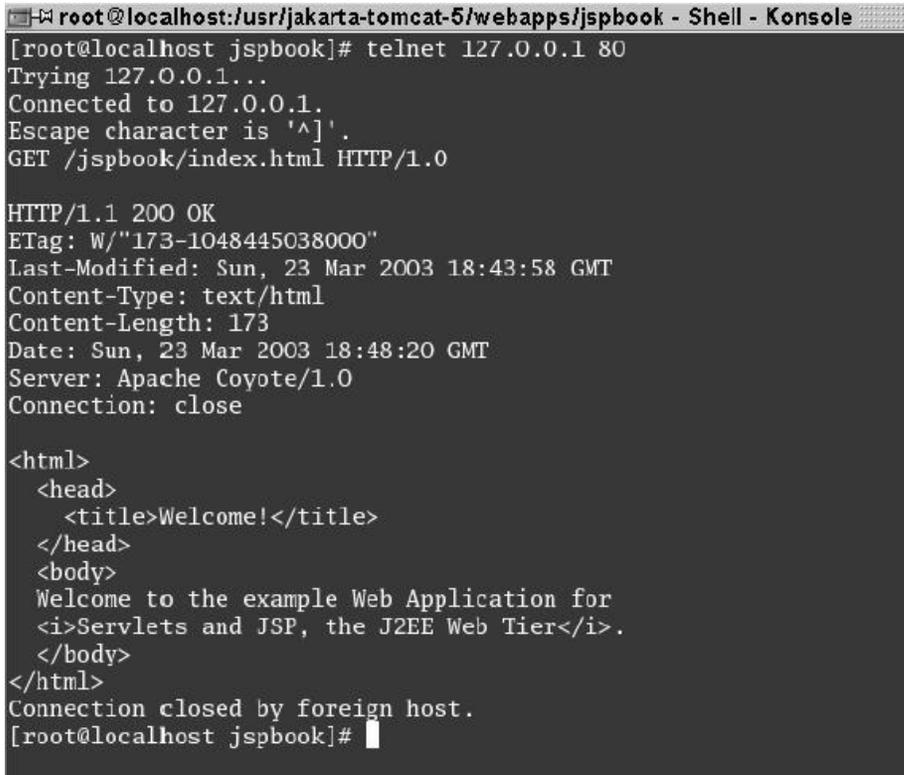
A terminal window titled "root@localhost:/usr/jakarta-tomcat-5/webapps/jspbook - Shell - Konsole". The prompt is [root@localhost jspbook]#. The user enters telnet 127.0.0.1 80. The terminal shows the connection process: Trying 127.0.0.1..., Connected to 127.0.0.1., Escape character is '^]'. The user enters GET /jspbook/index.html HTTP/1.0. The response is: HTTP/1.1 200 OK, ETag: W/"173-1048445038000", Last-Modified: Sun, 23 Mar 2003 18:43:58 GMT, Content-Type: text/html, Content-Length: 173, Date: Sun, 23 Mar 2003 18:48:20 GMT, Server: Apache Coyote/1.0, Connection: close. The response body is HTML: <html> <head> <title>Welcome!</title> </head> <body> Welcome to the example Web Application for <i>Servlets and JSP, the J2EE Web Tier</i>. </body> </html>. The terminal ends with Connection closed by foreign host. and the prompt [root@localhost jspbook]#.

Figura A.4 Imagen que muestra una petición y su respuesta en http.

Los lenguajes utilizados para dar formato a las páginas y transmitir datos en Web son llamados lenguajes etiquetados. La función principal de estos lenguajes no es hacer programas, sino describir como se presentan los datos.

Para categorizar los datos se utilizan etiquetas que indican de qué tipo de dato se trata o en donde debe ser desplegado. El lenguaje HTML (HyperText Markup Language) es utilizado para organizar el HyperTexto (una página Web). Entre los elementos que contiene una página están: los encabezados, título de la página, y el cuerpo de contenido. En la imagen previa (Figura 4.4) la respuesta a la petición en http es el código HTML de una página Web. La página tiene el título “Welcome!”, indicado en la página como “<TITLE>Welcome!</TITLE>”.

Para darle formato a los datos que se comunican a través de la Web se suele usar el lenguaje XML (eXtensible Markup Language), que al igual que el HTML es un lenguaje etiquetado. El XML permite definir una gramática, de hecho no es un lenguaje en sí, sino una manera de definir lenguajes. El XML fue creado por el *World Wide Web Consortium (W3C)*, liderado por Tim Berners-Lee. La figura A.5 se muestra un ejemplo de código en XML.

```
<?xml version="1.0"?>
<!-- La parte de arriba es el prologo-->

<!-- Describe al documento: CONTACTOS -->
<CONTACTOS> <CONTACTO>
<TIPO_CONTACTO="amigo">
<IDENTIFICACION>
  <NOMBRE> Adolfo </NOMBRE> <APELLIDO>Cardenas</APELLIDO>
</IDENTIFICACION>
<DIRECCION>
  <CALLE>Fraternidad</CALLE>
  <COLONIA>San Angel</COLONIA>
</DIRECCION>
</CONTACTO>
</CONTACTOS>
<!-- Epilogo-->
```

Figura A.5 Código en XML.

Tanto el HTML como el XML son “hijos” del lenguaje SGML (Standard Generalized Markup Language) que introdujo el concepto de etiqueta (markup) en 1978.

El problema del XML es que cada persona puede definir los datos a su conveniencia, se puede dificultar el intercambio de información entre dos computadoras remotas si no están de acuerdo en la forma de estructurar los datos. Es por eso que diversas organizaciones como el W3C o la OGC (Open Geospatial Consortium) se han dedicado a crear lenguajes etiquetados estandarizados que cumplan funciones específicas.

Una página Web puede funcionar en términos de los elementos descritos, pero hoy en día estas herramientas se han conjuntado en plataformas tecnológicas que han ampliado la capacidad de producir contenidos, principalmente contenidos dinámicos. Esta integración también ha permitido agregar software de alto nivel en las páginas Web, como es el caso de aplicaciones desarrolladas

en lenguaje Java, C++ y Visual Basic. Existen dos grandes plataformas sobre las que se montan las aplicaciones Web, la .Net de Microsoft y la J2EE de de Sun Microsystems. Por fortuna los estándares de interoperabilidad han hecho posible que aplicaciones realizadas en las dos plataformas puedan interactuar.

Los lenguajes multimedia que permiten integrar sonidos imágenes y videos en las aplicaciones Web. Muchos de estos lenguajes para contenido multimedia son derivados del XML. Como ejemplo podemos citar el SVG (Scalable Vector Graphics) que permite representar gráficos en 2D de manera interactiva.

Dentro de los lenguajes etiquetados derivados de XML existe un conjunto dedicado a los datos geoespaciales. Dos de los principales son el lenguaje GML(Geography Markup Language) y el KML (Keyhole Markup Language).

La OGC (Open Geospatial Consortium) es el organismo encargado de definir los estándares que hagan posible que los sistemas de geoprocésamiento se puedan comunicar en Internet a través de un conjunto de interfaces abiertas. Los estándares están disponibles de manera libre y se pueden obtener directamente de su sitio Web (<http://opengis.org>) . Uno de los estándares más utilizados es justamente el GML.

El Geography Markup Language es una gramática escrita en un esquema XML que sirve para la descripción de esquemas de aplicación, transporte y almacenamiento de la información geográfica. (OGC 07-036, 2007) Los elementos básicos del GML son los *features* (características) que son abstracciones de los fenómenos del mundo real. Un *feature* es geográfico si está asociado a una ubicación relativa a la Tierra. Así la representación digital del mundo puede ser pensada como un conjunto de *features*. Cada *feature* tiene un conjunto de propiedades que definen su estado. Los *features* con geometría son aquellos cuyas propiedades pueden ser valuadas por le geometría. También existen conjuntos de features que se unen mediante ciertas características (es el equivalente a una clase). Entre los tipos de *feature* predefinidos están la cobertura y observaciones simples. (OGC 07-036, 2007)

En el GML también se definen sistemas de referencia, geometría y topología. (OGC 07-036, 2007) La geometría tiene como elementos base segmentos de línea, puntos y polígonos. Un ejemplo de cómo se codifica un polígono (región cerrada) es el siguiente:

```
<gml:Polygon>
  <gml:outerBoundaryIs>
    <gml:LinearRing>
      <gml:coordinates>0,0 100,0 100,100 0,100 0,0</gml:coordinates>
    </gml:LinearRing>
  </gml:outerBoundaryIs>
</gml:Polygon>
```

El KML es un lenguaje creado por la compañía Keyhole (adquirida por google en 2004) para su uso en Google Earth. Especifica por igual un conjunto de *features* como marcas, imagenes, polígonos, modelos en 3D, descripciones textuales para que pueden ser desplegadas en la aplicación Google Earth. Algunos de estos elementos no tienen la capacidad de ser desplegados en Google Maps. Las gramáticas del GML y KML son muy similares.

Existen también lenguajes para datos geoespaciales creados por diversas compañías, sin embargo la ventaja del GML sobre los otros lenguajes es que es un estándar de libre acceso. Por ejemplo, el KML sólo puede ser utilizado dentro del contexto de las aplicaciones de Google.

Bibliografía

Aguirre Yolotzin, 2006, *La teoría de la conversación en Cibercartografía: el diseño de una aplicación en un atlas cibercartográfico*. Tesis para obtener el grado de maestría en Geomática. México: CentroGeo.

Alesso H.P. y Smith C.F., 2006, *Thinking on the Web. Berners-Lee, Gödel, and Turing*. Hoboken, New Jersey: Wiley-Interscience. 261p.

Bateson Gregory, 2006, *Espíritu y naturaleza*. Tercera reimpresión. Buenos Aires: Amorrortu editores. 246p.

Berners-Lee Tim y Robert Cailliau, 1990, *World Wide Web: Proposal for a HyperText Project*. URL:<http://www.w3.org/Proposal.html> , última visita 11 de diciembre del 2007

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. URL: <http://dig.csail.mit.edu/2007/03/01-ushouse-future-of-the-web> , última visita 11 de diciembre del 2007

Bertalanffy, L. von., 2003, *Teoría general de los sistemas*. Decimoquinta reimpresión. México: Fondo de cultura económica. 311p.

Biseell C. y Dillon C., 2000, *Telling tales: Models, stories and meanings*. En *For the Learning of Mathematics*, Vol. 20, No. 3. pp. 3-11.

Board C., 1967, *Maps as models*, Chapter 16, en Chorley R.J. and P. Hagget (eds), *Models in Geography*, London:Methuen. pp. 671-

Boysson-Bardies Bénédicte, 2007, *¿Qué es el lenguaje?* México: Fondo de cultura económica. Colección popular (679). 256p.

Ceberio Marcelo R. y Watzlawick Paul, 2006, *La construcción del universo. Conceptos introductorios y reflexiones sobre epistemología, constructivismo y pensamiento sistémico*. 2ed revisada. Barcelona:Herder. 220p.

Cook S.D.N. y Brown J.S., 2005, *Bridging Epistemologies: The Generative Dance between Organizational Knowledge and Organizational Knowing*. En Little Stephen y Ray T., *Managing knowledge. An essential reader*, 2ª ed. Londres: The Open University/SAGE Publications, pp. 51-83

Dodge M. y R. Kitchin, 2001, *Mapping Cyberspace*. London/New York: Routledge. 260p.

Eddy Brian G. y Taylor Fraser, 2005, *Exploring the Concept of Cybercartography Using the Holonic Tenets of Integral Theory*. En Taylor Fraser, *Cybercartography: Theory and Practice*, Amsterdam, Elsevier Scientific, pp. 35-61

Erle S., Gibson R., Walsh J., 2005, *Mapping Hacks. Tips & Tools for Electronic Cartography*. Sebastopol: O'Reilly. 525p.

Falkner J. y K. Jones, 2003, *Servlets and Java Server Pages. The J2EE Technology Web Tier*. Boston: Addison-Wesley. 758p.

Feigenbaum, L., Herman, I., Hongsermeier, T., Neumann, E. y Stephens, S., 2007, *The Semantic Web in Action*, Scientific American, December 2007, pp. 64-71

Freundschuh, S.M. y Egenhofer, M., 1997, *Human conceptions of spaces: Implications for GIS*. Transactions in GIS 2(4), 361-75.

Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P. y Trow M., 2004, *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. 7a reimpression. Londres: SAGE Publications. 179p.

Gladwell Malcolm, 2005, *Blink. The power of thinking without thinking*. New York: Back Bay Books. 287p.

Harrap R., Talwar S., Journeay M., Brodaric B., Grant R., Van Ulden J. y S. Denny, 2005, *Exploring Conceptual Landscapes: The design and Implementation of the Georgia Basin Digital Library*. En Taylor Fraser, *Cybercartography: Theory and Practice*, Amsterdam, Elsevier Scientific, pp. 433-460

Heylighen F. y Joslyn C., 1992, *What is Systems Theory?* En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/SYSTHEOR.html> , 2002, última visita 11 de diciembre del 2007

Heylighen F. 1995, *Evolutionary Epistemology*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/EVOLEPIST.html> , 2002, última visita 11 de diciembre del 2007

Heylighen F. 1997, *Epistemological constructivism*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/CONSTRUC.html> , 2002, última visita 11 de diciembre del 2007

Heylighen F., 1998, *Basic Concepts of the Systems Approach*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/SYSAPPR.html> , 2002, última visita 11 de diciembre del 2007

Heylighen F. y Joslyn C., 2001, *Cybernetics and Second-Order Cybernetics*. En Enciclopedia of Physical Science&Technology. 3rd ed. Academia Press, New Cork. 24p.

Heylighen F., 2002, *System*. Web Dictionary of Cybernetics and Systems, En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/Asc/SYSTEM.html> , 2002, última visita 11 de diciembre del 2007

Hofstadter Douglas R., 1999, *Gödel, Escher, Bach: an eternal golden braid*. Twentieth-anniversary Edition. New York: Basic Books. 777p.

Joslyn C., Heylighen F. y Turchin V., 1997, *Metasystem Transition Theory*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/MSTT.html> , 2002, última visita 11 de diciembre del 2007

Joslyn C. y Turchin V., 2003, *Model*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/MODEL.html> , 2002, última visita 11 de diciembre del 2007

- Kitchin Rob y Blades Mark, 2002, *The cognition of Geographic Space*. Nueva York: I.B.Tauris Publishers. 241p.
- Kuhn Thomas S., 1978, *La estructura de las revoluciones científicas*. Tercera reimpresión. México: Fondo de cultura económica. Colección Breviarios. 320p.
- Laurillard D., 2002, *Rethinking University Teaching*. 2ed. London: Routledge Falmer. 268p.
- Leean P., Lindgaard G. y Dillon R.F., 2005, *Cybercartography: A Multimodal Approach*. En Taylor Fraser, *Cybercartography: Theory and Practice*, Amsterdam, Elsevier Scientific, pp. 257-284
- Leonard D. y W. Swap., 2005, *Deep Smarts*. En Little Stephen y Ray T., *Managing knowledge. An essential reader*, 2ª ed. Londres: The Open University/SAGE Publications, pp. 157-169
- Li, M. y Baker, M., 2005, *The Grid core technologies*. New Jersey: Wiley. 423p.
- Lopez Xavier, 2006, *The Geospatial Semantic Grid: making the delivery of creative services pervasive across the web*. Association for Geographic Information. AGI2006. A02.2 London 12th-14th september 2006.
- March R.H., 1988, *Física para poetas*. 7ª ed. México: Siglo veintiuno editores. 330p.
- Martinez Elvia y Reyes Carmen, 2005, *Cybercartography and Society*, en Taylor Fraser, *Cybercartography: Theory and Practice*, Amsterdam, Elsevier Scientific, pp. 99-121
- Mitchell Tyler, 2005, *Web Mapping Illustrated*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc. 349p.
- Mitra A. y R. L. Schwartz, 2001, *From Cyber Space to Cybernetic Space: Rethinking the Relationship between Real and Virtual Spaces*. Journal of Computer-Mediated Communication. Volume Seven, Issue One. URL: <http://jcmc.indiana.edu/vol7/issue1/mitra.html> Última visita 26 de febrero de 2008.
- Nonaka I., Toyama R. y Konno N., 2005, *SECI, Ba and Leadership: A Unified Model of Dynamic Knowledge Creation*. En Little Stephen y Ray T., *Managing knowledge. An essential reader*, 2ª ed. Londres: The Open University/SAGE Publications, pp. 23-49
- Odom Wwndell, 2002, *Cisco CCNA Exam #640-607 Certification Guide*. 2a impresión. Indianapolis: Cisco Press. 1019p.
- OGC 07-036, 2007, *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard*. Versión 3.2.1, Open Geospatial Consortium Inc. Documento disponible en el sitio Web del Open Geospatial Consortium Inc. URL: <http://www.opengeospatial.org>
- Pangaro Paul, 1996, *Cybernetics and conversation*. URL: <http://pangaro.com/published/cyb-and-con.html>, última visita 12 de diciembre del 2007.
- Perez Tamayo Ruy, 1989, *Cómo acercarse a la ciencia*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes/ Limusa Noriega. 150p.
- Pulsifer Peter L. y Taylor Fraser, 2005, *The Cartographer as Mediator: Cartographic Representation from Shared Geographic Information*, en Taylor Fraser, *Cybercartography: Theory and Practice*, Amsterdam, Elsevier Scientific, pp. 149-179

Pulsifer P. L., Hayes A., Fiset J.P., y F. Taylor, 2008, *An Open Source Development Framework in Support of Cartographic Integration*, en Peterson M.P. (Ed.), *International Perspectives on Maps and the Internet*, Berlin Heidelberg New York, Springer, pp. 165-185

Purvis M., Sambells J. y C. Turner, 2006, *Beginning Google Maps Applications with PHP and Ajax. From Novice to Professional*. Berkeley: Apress. 358p.

Reyes Carmen, 2005, *Cybercartography from a Modeling Perspective*, en Taylor Fraser, *Cybercartography: Theory and Practice*, Amsterdam, Elsevier Scientific, pp. 63-97

Reyes Carmen y Martínez Elvia, 2005, *Technology and Culture in Cybercartography*, en Taylor Fraser, *Cybercartography: Theory and Practice*, Amsterdam, Elsevier Scientific, pp. 123-148

Reyes C., Taylor F., Martínez E., López F., 2006, *Geo-cybernetics: A new Avenue of Research in Geomatics?* En *Cartographica*. Vol. 41, issue 1. Toronto: University of Toronto. pp. 7-20

Reza Germán A. de la, 2001, *Teoría de sistemas. Reconstrucción de un paradigma*. México: Universidad Nacional Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco/Miguel Angel Porrúa Grupo Editorial. 179p

Shadbolt, N., Berners-Lee, T. and Hall, W., 2006, *The Semantic Web Revisited*. IEEE Intelligent Systems, 21 (3). pp. 96-101. URL: http://eprints.ecs.soton.ac.uk/12614/1/Semantic_Web_Revisted.pdf , última visita 18 de marzo del 2008

Shannon C.E., 1948, *A mathematical theory of communication*. Reprinted with corrections from The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379–423, 623–656, July, October, 1948. URL: <http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/shannon1948.pdf> , última visita 12 de diciembre del 2007

Schmajuk, N.A. and Thieme, A.D., 1992, *Purposive behavior and cognitive mapping: a neural network model*. Biological cybernetics 67, 165-74.

Swandesh Mauricio, 2004, *El lenguaje y la vida humana*. Novena reimpresión. México: Fondo de cultura económica. Colección popular (83). 395p.

Spender, J.C., 2005, *An Overview: What's New and Important about Knowledge Management? Building New Bridges between Managers and Academics*. En Little Stephen y Ray T., *Managing knowledge. An essential reader*, 2ª ed. Londres: The Open University/SAGE Publications, pp. 127-154

Storey John y Barnett Elizabeth, 2005, *Knowledge Management Initiatives: Learning from Failure*. En Little Stephen y Ray T., *Managing knowledge. An essential reader*, 2ª ed. Londres: The Open University/SAGE Publications, pp. 221-237

Sufi, S. y Matthews, B., 2007, *A Metadata Model for the Discovery and Exploitation of Scientific Studies*, en Talia, D., Bilas, A. y Dikaiakos M.D. (eds), *Knowledge and Data Management in GRIDs*, New York: Springer, pp. 135-149

Tamba-Mecz Irene, 2004, *La semántica*. México: Fondo de cultura económica. Colección breviaros (543). 157p.

Taylor Fraser, 2005, *The Theory and Practice of Cybercartography: An introduction*, en Taylor Fraser, *Cybercartography: Theory and Practice*, Amsterdam, Elsevier Scientific, pp. 1-13

- Tsoukas Hardimos, 2005, *Do We Really Understand Tacit Knowledge?* En Little Stephen y Ray T., *Managing knowledge. An essential reader*, 2ª ed. Londres: The Open University/SAGE Publications, pp. 107-125
- Tsoukas H. y Vladimirov E., 2005, *What is Organizational Knowledge?* En Little Stephen y Ray T., *Managing knowledge. An essential reader*, 2ª ed. Londres: The Open University/SAGE Publications, pp. 85-106
- Turchin V., 1991, *Message*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/MESSAGE.html> , 2002, última visita 10 de diciembre del 2007
- Turchin V., 1991b, *Knowledge*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/KNOW.html> , 2002, última visita 10 de diciembre del 2007
- Turchin V., 1997, *Agent*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/AGENT.html> , 2002, última visita 10 de diciembre del 2007
- Turchin V., 1997b, *Language*. En: F. Heylighen, C. Joslyn and V. Turchin (editors): Principia Cybernetica Web (Principia Cybernetica, Brussels)
URL: <http://pespmc1.vub.ac.be/LANG.html> , 2002, última visita 12 de diciembre del 2007
- Tsou W., Wang W. y Y. Tzeng, 2004, Applying a multimedia storytelling website in foreign language learning. *Computers & Education* 47 (2006) 17–28
- Vilesca i Requena J., Torrent J., 2005, *Principios de Economía del Conocimiento*. Madrid: Editorial Pirámide. 283p.
- Wei S. L. y H. Wei, 2006, *Uncovering hidden maps: Illustrative narratology for digital artists/designers*. *Computers and Composition* 23 (2006) 480–502
- Wiener Norbert, 1981, *Cibernética y sociedad*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 181p.