

GEOINFORMÁTICA E INVESTIGACIÓN GEOGRÁFICA SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVA

E. José Flores R.*

RESUMEN

La investigación geográfica, durante los tres últimos decenios del pasado siglo XX estuvo signada, sin lugar a dudas, por la influencia de la llamada **REVOLUCIÓN DE LA INFORMACIÓN** (R.I.) y, en este mismo marco referencial, por las **TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN** (T.I.C.) aplicadas al manejo de información georreferenciada. Bajo esta égida fueron radicalmente cambiados, desde los métodos y técnicas para el levantamiento de datos espaciales, hasta los métodos y medios de comunicación de información geográfica (Sistemas Distribuidos). En el marco de esta Revolución, en la cual estamos inmersos, se reconoce la aparición y consolidación de la **GEOINFORMÁTICA**, disciplina que abarca desde los procedimientos, métodos e instrumentos que han revolucionado la captura de datos geográficos, incrementando su cantidad, calidad, frecuencia y oportunidad; hasta agrupar, además, medios, métodos y técnicas de almacenamiento de datos en formato digital (estructura vectorial y raster), que facilitan su procesamiento para la producción de información, para finalmente, con las bondades que ofrece la computación gráfica y la flexibilidad que le confieren las redes (LAN, WAN) y la red de redes (INTERNET) facilitar la comunicación de información y la toma de decisiones. Las apreciaciones anteriores esbozan los grandes lineamientos que definen la influencia que, bajo la denominación de Geoinformática, ha ejercido desde la segunda mitad del siglo pasado, el desarrollo de la Informática y de la Electrónica, tanto en la investigación como en la enseñanza de la geografía, la cual, en nuestra opinión, ciertamente se ha traducido en un cambio radical en los métodos y técnicas de manejo de información geográfica, que le han permitido al geógrafo focalizar su interés no sólo en la descripción sino en la explicación de los fenómenos espaciales, en la formulación y consolidación del marco teórico, a probar el grado de certeza de posibles predicciones y al monitoreo de las acciones en la toma de decisiones (Flores, 1998).

Palabras Clave: Revolución de la Información Geoinformática Tecnologías de la Información Informática Electrónica Información Geográfica Datos georreferenciados Redes.

*Instituto de Fotogrametría, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes.

GEOINFORMATICS AND GEOGRAPHIC RESEARCH: CURRENT STATE AND PERSPECTIVE

E. José Flores R.*

ABSTRACT

The geographical investigation, during the last three decades of the Twentieth century, was signed by the influence of the called **REVOLUTION OF THE INFORMATION (I.R.)** and, in this same mark for the **TECHNOLOGIES OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION (T.I.C.)** applied to the handling of spatial information. Under this point of view, they were radically changed, from the methods and techniques for the rising of space data, to the methods and media of geographical information (Distributed Systems). In the mark of this Revolution, in which they are involved. The appearance and consolidation of the **GEOINFORMATIC**; is organized discipline that embraces from the procedures, methods and instruments that have revolutionized the capture of geographical data, increasing their quantity, quality, frequency and opportunity; until its containing; also, means, methods and technical of storage of data in digital format (vectorial and raster digital structures) that facilitate its prosecution for the production of information; finally, with the kindness that offers the graphic calculation and the flexibility that confers to the nets (**LAN, WAN**) and the net of nets (**INTERNET**) to facilitate the communication of information and the decisions making. The previous appreciations sketch the great influence that, under the denomination of Geoinformatic o Geomatic, it has exercised since the second half of last century, the development of the Computer science's and the Electronics, as much in the investigation as in the teaching of the geography, the one which in our opinion; has certainly been translated into a radical change in the methods and technical of handling of geographical information that have allowed the geographer focalized their interest, not only in the description, but in the explanation of the space phenomena, in the formulation and consolidation of the theoretical mark to prove the grade of certainty of possible predictions and to the monitoring of the stocks in processes of taking of decisions (Flores, 1998)

Keywords: Revolution of the Information Geoinformatic Technologies of the Information Computer Electronic Information Geographical Data Nets.

INTRODUCCIÓN

Geoinformática es una palabra de acuñación relativamente reciente, también conocida en algunos países como **Geomática**; es un acrónimo que proviene de la fusión, en un nuevo vocablo, contribución de la Revolución de la Información, de dos palabras como son: **Geoinformación**, entendiéndose como tal aquella información geográfica, de naturaleza espacial, o aquella información que simplemente puede ser georreferenciada a través de sistemas de posicionamiento, e **Informática**. La Geoinformática, si se prefiere Geomática, puede ser concebida como una disciplina o rama del conocimiento que se aboca al estudio de la naturaleza y estructura de los datos e información geográfica o espacial, al desarrollo y aplicación de procedimientos, métodos y técnicas para su captura o levantamiento, al almacenamiento, procesamiento, graficación y comunicación de la más diversa información espacial, todo ello enmarcado en las llamadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la cual se sustenta en el acelerado desarrollo de la Informática y de la Electrónica (Groot, 1984, Flores, 1996). En este orden de ideas, una de las más reconocidas contribuciones de la Geomática ha sido el aporte de métodos, técnicas y procedimientos que han provocado la disponibilidad de ingentes volúmenes de datos espaciales, los cuales, una vez procesados y transformados en información, permiten la toma de decisiones, especialmente bajo las exigencias o demandas de una sociedad con un elevado dinamismo, en un mundo que algunos llaman global. Bajo este enfoque general, la Geografía, como ciencia espacial por excelencia, ha sido realmente impactada por la Geoinformática, creando un verdadero paradigma en el manejo de la información geográfica, influencia que podría ser analizada a la luz de la aceptada coexistencia de dos corrientes antagónicas en el seno de nuestra ciencia (Flores, 1998). En efecto, mientras la corriente que podríamos llamar de la Geografía Tradicional, centra su interés en una posición descriptiva, como la planteada por Hartshorne (1939), quien puntualiza que la geografía tiene como objetivo proveer una precisa, ordenada y racional descripción del carácter variable de la superficie terrestre, la corriente de la llamada Geografía Cuantitativa y Teórica, centra su interés en la búsqueda de teorías y leyes que expliquen la localización de los fenómenos que se presentan sobre la superficie terrestre (Shaefer, 1953). A pesar de las evidentes oposiciones que ambas corrientes presentan, lo innegable es la clara necesidad de datos e información espacial; en efecto, mientras la corriente tradicional plantea que la descripción de un espacio geográfico específico requiere de una inmensa cantidad de datos que faciliten establecer criterios para su diferenciación de otros lugares o territorios; para la corriente cuantitativa que

orienta sus objetivos hacia la creación de un sólido cuerpo teórico, que permita la explicación de la localización de los fenómenos geográficos, tanto naturales como humanos, la disponibilidad de datos o información espacial es fundamental para, a través del uso de la matemática y la estadística, como herramientas precisas, crear modelo de experimentación, probar teorías y realizar predicciones, todo ello en la búsqueda de bases sólidas que sustenten la explicación de tales fenómenos y que por ende las decisiones se tomen sobre bases mas reales (Edge, 1974). Aún cuando en la actualidad ambas corrientes puedan ser consideradas con mayor o menor vigencia, y por ende difícil de establecer las respectivas pertinencias en la discusión científica, es conveniente puntualizar, que es innegable el impacto que la Revolución de la Información (R.I.), a través de la Geomática, ha ejercido en la Geografía. Esta afirmación puede ser sustentada a través de la consideración de lo que ha sido el nacimiento, consolidación y acelerada evolución de la Geoinformática; desarrollo que se manifiesta no solamente en una final disponibilidad de ingentes volúmenes de datos de naturaleza geográfica, con diversos niveles de precisión temporal y espacial, sino en la creciente disponibilidad de herramientas, métodos y técnicas para su procesamiento, gran parte de ellos sustentados en medios computarizados, medios que permiten una mejora sustancial en la eficiencia para capturar datos, almacenarlos en formato digital o analógico, procesarlos y graficarlos para, finalmente; comunicar los resultados a través de Sistemas Distribuidos (S.D.). Los planteamientos anteriores orientarán el desarrollo del presente trabajo, concebido a destacar la influencia que, a nuestro entender, han ejercido las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (Geoinformática), en el manejo de los datos geográficos y su conversión en información, base que sustenta la investigación geográfica.

ORIGEN DE LA GEOINFORMÁTICA

Los orígenes de la llamada Revolución de la Información, sin lugar a dudas y por unanimidad, son asociados con el despegue de la Electrónica y de la Informática; a pesar de este acuerdo, sin embargo, existe gran discrepancia entre autores, cuando se establecen fechas y fijan hechos referenciales; sobre la cierta aparición de una serie de disciplinas asociadas con la revolución de la información, especialmente, aquellas relacionadas con el manejo de datos espaciales. En efecto, sobre la aparición de la Geoinformática existe bastante divergencia, sobre todo en lo que a fechas e hitos particulares se refiere. En este orden de ideas, y sin el ánimo de generar controversias estériles, centramos la atención en el inicio de la Geoinformática, disciplina de exclusivo

e innegable contenido espacial, señalando como tal la década del 70 como hito referencial; más específicamente al año 1972 que se corresponde con el lanzamiento del primer satélite de observación terrestre con fines civiles. En efecto, la puesta en órbita por la Agencia Espacial de los Estados Unidos de América (NASA) del satélite ERTS1, el cual posteriormente fue denominado LANDSAT, nombre que prevalece actualmente, el 23 de julio de 1972, marca el inicio de una nueva era en la captura de ingentes volúmenes de información espacial, con lo cual la data sobre recursos naturales se incrementó en cantidad, calidad y frecuencia, todo lo cual permitió un cambio radical en la noción de Resolución. Este hecho constituye, en nuestra opinión, una verdadera revolución en la captura de datos referidos al espacio geográfico, razón por la cual consideramos que este hecho señala el nacimiento de la Geoinformática. Ahora bien, si aceptamos el inicio de la Geoinformática como un hecho simultáneo con la puesta en órbita del primer satélite artificial con fines de observación terrestre, no menos cierto es que el 12 de agosto de 1981 la compañía IBM presentó ante el mundo del primer computador personal, PC por sus siglas en inglés, lo cual permitió que a finales del siglo XX, escasos 20 años después se estimase la existencia de unos 500.000.000 (quinientos millones) de PCs en el mundo (García y Menéndez, 2001), con capacidades de cómputo y capacidades gráficas que en aquellos años ochenta no se avizoraban y que han llevado todas estas capacidades, incluso, a la computación móvil, con facilidades de interconexión a través de redes inalámbricas, con aplicaciones tan variadas como la llamada Edumática (Educación a través de la Cibernética) y su introducción en el hogar (Domótica). De esta manera, a nuestro entender, con el surgimiento de la computación personal y su acelerado crecimiento, se consolidó la **Revolución de la Información**. De manera paralela y, como resultado de requerimientos específicos provenientes del mismo desarrollo de la Informática y de la Electrónica, se consolidan las llamadas **Tecnologías de la Información y la Comunicación**, adquiriendo una connotación jamás vista en un mundo en donde la información adquiere rango estratégico y se considera vital para el desarrollo armónico del territorio. Es decir, bajo nuestra óptica, el nacimiento de la computación personal y el incremento de las capacidades de cómputo que en tan corto tiempo adquirió, y las perspectivas que se avizoran, contribuyó de manera definitiva a consolidar la **Geoinformática** y, lo más importante, permitió su amplia difusión, especialmente como herramienta fundamental no solamente para el manejo de datos espaciales en la investigación geográfica, sino en las inmensas posibilidades que la misma tiene en el proceso de enseñanza aprendizaje.

GEOINFORMÁTICA Y CAPTURA DE INFORMACION GEOGRÁFICA

Los datos geográficos poseen un conjunto de características propias que los definen; entre estas características es posible destacar que como información posee una localización en el espacio geográfico, por lo tanto, se corresponden con: datos puntuales, locacionales o de posición, que pueden ser ubicados en el plano a través de un par de coordenadas (X-Y); se dispone además de datos lineales, direccionales o de flujo, igualmente unidimensionales, que pueden plasmarse a través de al menos dos pares de coordenadas y una dirección; datos con características superficiales, areales o bidimensionales, los cuales conforman polígonos o porciones del plano, definibles a través de sistemas de coordenadas (X-Y), que poseen coordenadas de arranque y finales idénticas; finalmente, el carácter espacial de los datos puede ser de tipo tridimensional, (volumétricos), definidos en el espacio por coordenadas (X-Y-Z). La información georreferenciada puede ser, igualmente, de naturaleza continua o discreta y la variabilidad temporal de la misma constituye la característica definitoria final.

El manejo de datos espaciales con fines geográficos debe ser concebido en su más amplia acepción, lo cual implica desde un proceso de captura o levantamiento de los datos primarios hasta la final difusión de la información (Flores, 1998). La Geomática, encuadrada en la Revolución de la Información, a nuestro modo de ver, tiene su real manifestación y consolidación con el lanzamiento y puesta en órbita del satélite de observación terrestre LANDSAT 1, con el cual se dio inicio a una nueva tecnología, orientada a suplir grandes volúmenes de datos espaciales, mejorando simultáneamente su calidad y frecuencia (Flores, 1996). Para ese momento, gran parte de la investigación geográfica, al igual que las realizadas, en otras ciencias ambientales, dependía casi exclusivamente de métodos de observación directa para la obtención de datos significativos, y del uso de imágenes aerofotográficas, como herramienta única para la observación indirecta, encuentra en las imágenes satelitales de corte multiespectrales un instrumento ideal para el levantamiento expedito y preciso de datos espaciales. El empleo de las imágenes aerofotográficas pancromáticas como fuentes de información se correspondía con la capacidad visual humana, mientras que los sensores remotos instalados en él, para ese momento, innovador satélite LANDSAT 1 estaba integrado por un sistema para la observación terrestre totalmente nuevo, altamente complejo, compuesto por un subsistema multiespectral de barrido (MSS), concebido para tomar imágenes en cuatro bandas del espectro electromagnético, y un subsistema de video, RBV, integrado este último por

tres cámaras, que permitían obtener imágenes en tres bandas del espectro electromagnético (EEM). Este primer sistema satelital para la observación terrestre con fines civiles; favoreció la adquisición de imágenes multispectrales en cuatro bandas del EEM (verde, rojo y dos bandas del infrarrojo fotográfico) para el caso del subsistema MSS; esta ampliación del espectro fijó diferencias substanciales con la fotografía aérea convencional pancromática (visible), mejorando la capacidad perceptiva humana, extendiéndole hacia el infrarrojo, enriqueciendo de esta manera la cantidad y calidad de los datos espaciales en las nuevas imágenes (Flores,1998).

Hasta julio 23 de 1972, momento de la puesta en órbita del LANDSAT 1, como se dijo anteriormente, la aerofotografía convencional, blanco y negro, pancromática, constituía la herramienta exclusiva para adquirir información a distancia, siendo el sensor remoto por excelencia; en el marco de la aerofotografía, la noción de RESOLUCIÓN manejada, correspondía con la espacial, que se traduce en la capacidad del sensor para discriminar objetos de determinadas dimensiones, a una escala dada. El sistema LANDSAT introdujo, en la percepción remota, un cambio radical de la noción de resolución; se habló a partir de ese momento de cuatro tipos de resolución: ESPACIAL, TEMPORAL, ESPECTRAL Y RADIOMÉTRICA, lo cual implica cambios conceptuales y estructurales profundos, que tuvieron en su momento, que tienen actualmente y que jugarán en el futuro, un importante papel en la cantidad, calidad y oportunidad de la información, por cuanto los sensores remotos operativos actualmente, y los desarrollos previstos a mediano y largo plazo, al incorporar tecnología de punta en electrónica, informática, para citar estas disciplinas, propenderán a mejorar las resoluciones y, por tanto, a mejorar la captura de datos (Flores, 1996). Transcurridos treinta años desde el inicio de la Geomática, el programa estadounidense LANDSAT se ha mantenido operativo, sometido a mejoras que se han traducido en la inclusión de nuevos sensores como el Thematic Mapper (TM), el Enhanced Thematic Mapper (ETM), ampliación del número de bandas con diversidad suficiente para ser orientadas al monitoreo de determinados fenómenos geográficos; cabe la oportunidad para destacar que, a lo largo de estos treinta años, han aparecido en escena una serie de sistemas satelitales que forman en la actualidad una verdadera constelación con una exclusiva orientación a la observación terrestre. Entre estos cabe destacar los siguientes sistemas, sólo a modo ilustrativo y sin pretender ser exhaustivo:

- LANDSAT(1972,1975, 1978,1982,1984,1992, 2000) El sensor de última generación es el ETM, con siete bandas, con rangos espectrales entre 450nm (violeta) hasta los 2350nm(infrarrojo) y una banda pancromática, con

resoluciones entre los quince metros(pancromático), treinta metros para las bandas 1,2,3,4,5y7 y 60 metros para la banda 6.

- SPOT (1986,1990, 1993,1998, 2002) Multiespectral (verde-rojo-IR) – Pancromático (visible); 20 m y 10 m de resolución; 60x60 Km. de cubrimiento. El Spot 5 dispone de 2,5 m y 5 m de resolución; capacidad para producir Modelos de Elevación del Terreno, Orto imágenes.

- RESURS (1994): Scanner de resolución media (verde, rojo, 2 IR, IRT) y Scanner de alta resolución, 170 m, 600 m y 45 m; 600x600 Km. y 45x45 Km. de cubrimiento.

- QUICKBIRD (1999, 2001) Sensor Pushbroom para producir imágenes pancromáticas de 70cm y multiespectrales con resolución espacial de 3 metros. Las resoluciones futuras de este sistema mejorarán hasta los 50 cm., con profundidad total de 11 bits que enriquece la radiometría.

- IKONOS 2 (1999) Sensor de alta resolución en pancromático (Pan) de 1 metro. La resolución espacial de las imágenes multiespectrales (VNIR) es de 4 metros, con bandas en rojo, verde y azul. Productos orto imágenes, estereo imágenes y modelos digitales de elevación facilitan desde la producción cartográfica hasta estudios ambientales y de planeamiento urbano, entre otros.

- ENVISAT (2002) Desarrollado por la Agencia Espacial Europea, es un complejo sistema de diez(10) sensores, de entre los cuales es conveniente para destacar los siguientes: un avanzado radar de apertura sintética(ASAR), un espectrómetro de imágenes de media resolución(MERIS), un radar-altímetro (RA-2), radiómetro de microondas (MWR), un sensor para el monitoreo del volumen de ozono(GOMOS), un radiómetro avanzado con capacidades en el visible y en el infrarrojo(AATSR). Las imágenes producidas permitirán, entre otras investigaciones: la capa de ozono, cambio climático, contaminación industrial, efecto invernadero, influencia de la deforestación mundial, medición de la temperatura de los océanos, cartografía atmosférica.

Cabe destacar sobre estos sistemas de observación terrestre de tipo satelital, que durante el lapso transcurrido desde la puesta en órbita del Landsat I hasta nuestros días, el mejoramiento de la RESOLUCIÓN ha sido ciertamente dramática. En efecto, de una resolución espacial cercana a media hectárea con el Landsat I, se ha alcanzado una resolución que ronda el medio metro (Quickbird 2), pero adicionalmente se ha producido un mejoramiento tanto en la resolución espectral como en la radio radiométrica y la temporal. Particular

importancia ha adquirido la Resolución Espectral y por ende la Radiométrica; en los inicios, se habló de una resolución multispectral, compuesta por cuatro (4) bandas del EEM, originada por el sistema MSS del Landsat1; en la actualidad, se habla de Resolución Hiperespectral, con la disponibilidad de casi un ilimitado número de bandas, cuyas características espectrales (límites) pueden ser establecidas para satisfacer los requerimientos de unos objetivos previamente fijados. Además de las características destacadas anteriormente, es importante resaltar que los recientes sistemas satelitales para la observación terrestre incluyen capacidades para la producción de cartografía básica, de igual manera para producir Modelos de Elevación del Terreno (MET) y para la obtención de orto imágenes.

De igual manera, es bueno aclarar en este aparte, que no se ha hecho consideración alguna sobre importantes sistemas satelitales como NOAA o los satélites meteorológicos. El primero de estos posee sistemas diseñados para la observación terrestre sustentadas en un gran cubrimiento territorial, con bajas resoluciones espaciales y una específica resolución espectral, lo cual origina imágenes ideales para estudios de muy grandes extensiones territoriales, que favorecen escalas exploratorias de levantamiento, pero con resoluciones temporales capaces de favorecer el monitoreo de ciertos fenómenos de naturaleza espacial.

Durante la última década del siglo pasado, fueron puestos en servicio una serie de satélites de observación terrestre sustentados en Sensores Activos, específicamente en Radar, que con sus características de funcionamiento bajo todas condiciones de tiempo atmosférico y con altas prestaciones en resolución espacial se han convertido en una extraordinaria herramienta para la captura de datos geográficos. Entre otros sistemas, sin pretender ser exhaustivos, cabe destacar los siguientes:

- JERS-1 (1992): Radar de apertura sintética (banda L) y además un sensor en visible e infrarrojo (verde, rojo, IR) y adicionalmente cuatro bandas en infrarrojo; la resolución espacial varía desde los 18m hasta los 24x24m. La superficie cubierta por las imágenes es de 75 x 75 Km.

- ERS (1991-1995): Sensor activo de microondas (bandas C); Radar de apertura sintética (banda C) y Radar-altímetro (banda K); resolución espacial de 30m y cubrimiento territorial de 100x100 Km. Este es un sistema satelital, orientado al levantamiento de grandes extensiones de territorio, con imágenes de alta resolución, capaces de permitir inventarios de recursos a escalas semi detalladas y de reconocimiento.

- RADARSAT (1995) Sistema satelital compuesto por un sensor activo, RADAR, con polarización HH, banda C (5,6 cm de longitud de onda y 5,3 GHz de frecuencia), programado para una resolución temporal que permite tomas cada 12 horas en latitudes altas y de hasta 48 horas, en el mejor de los casos, hacia el ecuador. RADARSAT posee una antena con orientación variable, de visión lateral, con cubrimiento que puede ser ajustado desde los 50 Km. hasta los 500 Km. de ancho. Con una órbita casi polar alcanza 14 circunvalaciones diarias, durante cada órbita posee capacidad para levantar 28 minutos de datos y durante un minuto cubre un área de 400 Km. x 400 Km., lo cual ilustra, de manera diáfana, la cantidad de información que es capaz de producir.

El desarrollo del sistema LIDAR (Light Detection and Ranging) integrado por un Generador de Impulsos Laser, GPS para plataformas volantes (Airborne GPS) y Unidad de Medición Inercial para orientación del sistema general, permite obtener hasta unos 15.000 impulsos/seg. , con un espaciamento de 30cm y una máxima precisión vertical de unos 15 cm permite adquirir hasta unos 200.000 puntos por milla cuadrada, formando una malla de coordenadas x, y, z, en un formato digital compatible con sistemas de información geográfica (SIG). Las mayores posibilidades de esta tecnología residen en la versatilidad para aplicaciones generales y de manera especial para Modelos Digitales de Elevación (MDE). La elasticidad del sistema Lidar permite su combinación con otros sensores remotos; en este orden de ideas, particulares experiencias se han obtenido de la combinación de imágenes Lidar con imágenes provenientes de cámaras digitales (Medvedev, 2002) montadas sobre sistemas en plataformas volantes como helicópteros y aviones de pequeña envergadura; esta combinación permite el levantamiento expedito de cualquier área de la superficie terrestre, con grandes precisiones y con la disponibilidad de una interfaz con los sistemas de información geográfica, lo cual aporta una gran versatilidad en el manejo de la información (Renslow, 2002).

De la anterior consideración, por demás somera y selectiva, de algunos de los sistemas para observación y captura de información geográfica, empleando medios satelitales principalmente, hay que destacar, como se dijo en párrafos anteriores, que no fueron considerados otros sensores remotos, técnicas y procedimientos para la captura de información georreferenciada, entre los que vale la pena señalar las Cámaras Métricas Digitales y los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, GLONASS y GALILEO). Al respecto, hay que puntualizar que cada uno de estos sistemas, constituyen una inmensa fuente de datos georreferenciados; la combinación de ciertos de estos sistemas, junto al empleo de métodos computarizados para extraer información, ajustada a

objetivos específicos (Orientada a Objetos) y la tendencia en el mejoramiento de las capacidades (Resoluciones) de los sensores remotos, hacen prever una oferta de información que podría facilitar la explicación de ciertos fenómenos geográficos, con lo cual se consolidarían unas corrientes del conocimiento, cuya mayor debilidad era la insuficiencia de datos.

Finalmente, en este aparte en consideración, sobre la captura de información geográfica, es conveniente señalar, aunque sea de manera referencial, la utilización de sistemas computarizados para el levantamiento directo de datos espaciales en el campo. En efecto, la utilización de PDA, computadores tipo bolsillo (pocket), con software para la captura directa de datos en campo, que incluyen capacidades para SIG, con funciones de actualización directa y en tiempo real, interfaz para GPS, estaciones totales (TS) y otra serie de funciones, destacan de manera diáfana lo que ha sido la influencia de la Geomática en el levantamiento de información geográfica. De igual manera, es importante resaltar, en este aparte, que la posibilidad de adaptar ciertos sensores remotos a levantamientos terrestres, con la posibilidad de ser operados de manera individual o montados sobre vehículos terrestres, ha mejorado la capacidad real y el potencial para el inventario directo de datos.

GEOINFORMÁTICA Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

La Geoinformática, disciplina que comprende e integra los avances de la informática y la electrónica, aplicada a estudios basados en información geográfica, ha sido objeto durante esta revolución de la información, de impresionantes avances vistos en el desarrollo de sistemas para el almacenamiento digital de datos. Como es lógico suponer, este desarrollo ha estado indisolublemente aparejado al de la informática, más específicamente ajustado a la capacidad de procesamiento de las computadoras, la cual de acuerdo con la Ley de Moore, cada dieciocho meses se duplica la capacidad de cómputo. De esta manera, debido a que los dos componentes del sistema informático, hardware y software, han experimentado exponencial avance, ha hecho que el tradicional almacenamiento de documentos en formato analógico, comience a declinar en favor de una nueva forma, el formato digital, el cual facilita la disposición de datos o información escrita, gráfica (dibujos, imágenes), sonido, animaciones, lo cual le confiere al formato digital una versatilidad que la analógica. Es esta versatilidad lo que facilita el desarrollo de la multimedia (imágenes, sonido, video,) con la cual la información adquiere una connotación diferente (Gates, 1995).

Los dos últimos decenios del pasado siglo pusieron de manifiesto el desarrollo de sólidas bases de datos, pero además, la consolidación de otras. Las grandes compañías de software y hardware ofrecieron soluciones de motores de base de datos con fines corporativas, diseñados para brindar todas las capacidades de manejo e interacción en diversas estructuras, pero a su vez, brindando la seguridad e integridad que exige la estructura distribuida en los sistemas de información, con la particularidad de la interoperatividad entre ellas, facilitando no solamente la comunicación sino en múltiples casos la migración. De igual manera, como es obvio suponer, el mejoramiento de lenguajes manejadores de bases de datos, con los cuales se pueden realizar inimaginables procesos y transacciones, permiten que los datos espaciales puedan utilizarse de manera eficiente, adecuándose tanto a estudios multitemporales como multiescalares, con lo cual se cumple con los postulados de la geografía. Particular importancia adquirieron para los fines de los Sistemas de Información Geográfica, la utilización de Bases de Datos Relacionales (BDR) y mas reciente aún, las llamadas Bases de Datos Orientadas a Objetos (BDOO), estructuras de datos sobre las cuales se sustentan los SIG, herramienta considerada eje fundamental sobre el cual se sustentarán los estudios espaciales.

De manera similar, durante los dos últimos decenios, el dinamismo mostrado en el desarrollo de los dispositivos para almacenar datos digitales, aunado al constante abaratamiento y diversificación, permite disponer de una variada gama de medios para almacenar datos en formato digital, medios de diversa naturaleza y con variada capacidad, lo cual permite disponer e intercambiar medios compatibles en diversas plataformas computacionales. En efecto, la tecnología relacionada con los dispositivos de almacenamiento de tipo magnético no removible, mejor conocidos como Discos Duros (DD) ha venido evolucionando en dos vertientes diferentes, conocidas como tipos de interfaz (SCSI, IDE/ATA), pero cuyas diferencias tecnológicas han venido acortándose los últimos tiempos, y las capacidades de almacenamiento aumentan frecuentemente. Ciertamente, que además de las dos tecnologías, debe considerarse las velocidades de giro de los DD, expresadas en rpm, las cuales fluctúan entre las 5.500 y las 10.000, permitiendo velocidades de acceso superiores a 8 ms, que conllevan a tasas de transferencia superiores a los 2 Megabytes por segundo, todo lo cual permitirá alcanzar, en breve tiempo, una capacidad de almacenamiento del orden de los Terabytes.

Como unidades de almacenamiento removibles se dispone de una serie de tecnologías; en efecto, vale la pena destacar los conocidos CD-ROM, tanto los de lectura como los que permiten grabación y regrabación (CDR-CDRW) y los DVD, los cuales aunque menos difundidos, por falta temporal de normas

de compatibilidad, permiten igualmente la posibilidad de disponer de DVDR y DVDRW, con capacidades que fluctúan entre los 650 Mbytes y los 4,7 Gbytes, en una primera generación, mientras se esperan capacidades de 17 Mbytes en una futura segunda generación de la norma de la tecnología DVD; capacidades suficientes para disponer, en una docena de DVD con su portabilidad, de cientos de libros, de una buena colección de mapas y de ciertas imágenes de sensores remotos. Paralelamente, junto con los medios expuestos, existen otros dispositivos de almacenamiento basados en tecnologías magnéticas y magneto/ópticas, con capacidades variables. En este mismo orden de ideas, es particularmente importante el potencial que exhiben el desarrollo de las llamadas memorias ópticas, especialmente la Memoria Magnética, como en los DD, pero en forma de chips, se dispondrá de un medio de almacenamiento que permitirá además de guardar permanentemente ingentes volúmenes de datos, iniciar instantáneamente su computadora con solo pasar el interruptor de encendido. Particular importancia, como futuros medios de almacenamiento, se le ha conferido a los medios Holográficos, los cuales por su carácter multidimensional permiten que los datos sean distribuidos en todo el volumen del holograma. Se cree que en un lapso no mayor a dos años, un sistema de almacenamiento de tipo Holográfico estará disponible en el mercado, con las dimensiones de un CD actual, pero con una capacidad de unos 125 Gigabytes y tasas de transferencia superiores a los cuarenta (40) Megabytes/seg. Mientras que para dentro de 10 años la capacidad habrá sido incrementada a un (1) Terabyte (1000 Gbytes) y tasas de transferencia de un (1) Gbyte/seg. (IBM, 2001, citado por Graven, M, 2001).

En cualquier caso, los medios de almacenamiento han hecho posible disponer de datos en forma digital, correspondiéndose con imágenes, sonido, caracteres alfanuméricos, video y animaciones, que como tales; pueden ser traducidos en archivos de estructura digital, y por ende, podrán ser compartidos por múltiples usuarios, a través de sistemas distribuidos, a voluntad de los usuarios, bajo estrictas normas de seguridad, facilitando la comunicación o difusión, característica que distingue la llamada Revolución de la Información. Esta posibilidad, brindada por la Geoinformática, pone a disposición de los geógrafos datos correspondientes a regiones remotas, o de la información requerida para determinados estudios, como basamento necesario para efectuar estudios multiescalares y multitemporales, que permitan no solamente la descripción del espacio geográfico, sino que propendan a la contrastación de hipótesis o a la aplicación de metodologías específicas orientadas a la búsqueda de objetivos particulares (Flores, 1998).

GEOINFORMÁTICA Y GRAFICACIÓN DE INFORMACIÓN

La última década ha puesto de manifiesto el extraordinario avance de las capacidades de la electrónica e informática para producir imágenes, cuya creciente complejidad y desarrollo ha permitido que a través de un PC se pueda disponer de composiciones gráficas de 2D y 3D, con profundidades de color superiores a 24 bits, color verdadero, con movimiento, texto, animación y sonido. La posibilidad de composiciones gráficas cada vez más complejas se ha visto favorecida por el desarrollo experimentado tanto por el hardware como por el software, específicamente en lo relacionado con la computación gráfica y el desarrollo de los Multimedia e Hypermedia. En el primero de los casos, durante muchos años el común dispositivo de visualización lo constituyó el Monitor de Tubo de Rayos Catódicos (TRC), cuya conformación seudo cónica, con una parte frontal, ligeramente curva o plana, base para la proyección de las imágenes y una parte posterior con las bobinas de deflexión y los cañones que disparan electrones hacia la parte frontal donde se produce la imagen una vez que ha pasado un filtro. Los monitores TRC más modernos poseen controles digitales para la imagen, sin embargo, es común encontrar dispositivos totalmente analógicos. El mejoramiento de los sistemas operativos (multitarea) y de los programas de computación gráfica han conducido a un incremento en las resoluciones y una disminución del tamaño de los puntos, con lo cual se alcanza una mejor definición de la imagen. Entre las resoluciones más comunes están: de 1600 x 1200 píxeles para monitores de 17 pulgadas; 1880 x 1440 píxeles en monitores de 19 pulgadas y hasta unos 2048 x 1536 píxeles en monitores de 21 pulgadas.

De más reciente aparición están las Pantallas TFT (Thin Film Transistor), que como la denominación en inglés lo indica, se caracterizan por un reducido volumen y una configuración totalmente plana, desarrolladas originalmente para las exigencias de las computadoras portátiles. En este tipo de dispositivos, destaca la tecnología conocida como LDC (Liquid Cristal Display) que se engloba en las TFT. El principio de funcionamiento es diametralmente diferente al tubo de rayos catódicos; basada en la capacidad de ciertas moléculas para permanecer en estado sólido-líquido, y que además se orientan de cierta manera (paralela) a los campos magnéticos. El desarrollo alcanzado por estos dispositivos ha sido considerable; las características geométricas de las imágenes que se forman en estos dispositivos, similares a un plano, las hacen óptimas para el manejo gráfico libre de distorsión. Su mayor desventaja reside en los elevados costos que las hacen inaccesibles para un uso más generalizado.

El segundo componente lo constituyen los aportes de la Computación Gráfica y el desarrollo experimentado por las disciplinas relacionadas con los medios de comunicación basados en la cibernética, específicamente, Multimedia y la Hypermedia. En el primer grupo, puede separarse claramente lo relacionado con los Sistemas de Información Geográfica (**SIG**) y la producción Cartográfica, tanto Básica como Temática. Es importante no dejar de lado sino destacar la importancia del Diseño Asistido por Computador (CAD), que se convierte en herramienta poderosa para el manejo de las primitivas (puntos, líneas, polígonos) sobre las cuales se sustenta el diseño de mapas en formato vectorial.

Los SIG, herramientas que permiten la captura, almacenamiento, procesamiento y graficación de información georreferenciada o geográfica requiere de elevadas prestaciones gráficas que le faciliten no solamente el modelado cartográfico sino la elaboración de productos de alta calidad estética y científica; los SIG constituyen igualmente la clásica interfaz para interactuar con los resultados del procesamiento digital de imágenes de sensores remotos.

Es importante el avance experimentado por la Cartografía, en especial, en lo referente con el mejoramiento de los métodos y técnicas para la producción digital, tanto de los llamados Mapas Lineales, en formato Vectorial, como de Orto imágenes, en formato Raster.

En este orden de ideas, es digno destacar la especial contribución en la concepción y desarrollo de los llamados Mapas Dinámicos, los cuales además de permitir observar la evolución temporal y espacial de los fenómenos geográficos en ellos plasmados, facilitan a través de las herramientas hipertexto, la animación y el sonido, contraponiendo de esta manera una nueva concepción cartográfica a los tradicionales mapas analógicos o impresos, tal como será analizado mas adelante.

De igual manera, es importante destacar el papel de la Fotogrametría Digital en la generación de Ortoimágenes, Modelos Digitales de Elevación y Mapas Vectoriales para, a través de complejos procesos de producción, producir los llamados Modelos Escénicos en 3D, los cuales combinan, con elevada precisión geométrica, elementos Vectoriales, Modelos Digitales de Elevación y Orto imágenes (Vincent, 2002).

En el área de Cartografía Temática, rama que tiene particular importancia para la Geografía, como resultado directo de la interacción con la Geoinformática y

con disciplinas de las llamadas Tecnologías de la Información y la Comunicación, es lugar común escuchar o encontrar en la literatura especializada expresiones como Cartografía Multimedia, Cartografía Hipermedia, Cartografía para la Web (Web Mapping o Web Cartography) y Visualización Geográfica; consideradas por algunos como nuevas ramas de esta ciencia, o como simples tendencias según otros, pero innegablemente de gran trascendencia como medio para transmitir de manera eficaz un mensaje gráfico de naturaleza geográfica (Zamora, 2001). En el caso En el caso de la Cartografía Temática Digital, considerada como un medio para la Visualización Geográfica, la influencia de la Geoinformática y de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, ciertamente ha sido importante, especialmente en las posibilidades que se brinda con el mejoramiento de representaciones tradicionales en 2D, mapas convencionales, sino con la apertura de perspectivas que ofrece la utilización de las 3D (según algunos autores 2,5 dimensiones). De igual manera la utilización de la Hipermedia, y de la animación, ha facilitado el desarrollo de Mapas Dinámicos y la noción de Mapas Interactivos. La primera de estas nociones fue, durante largo tiempo, preocupación de muchos cartógrafos, con propuestas que no llegaron a satisfacer las expectativas, ni los requerimientos de una información con acentuadas o ligeras variaciones espaciales y temporales, que solamente con las capacidades gráficas de los actuales computadores se han visto favorecidas. Las tradicionales Variables Visuales o Retinianas, utilizadas como medios de expresión cartográfica se ven enriquecidas con la adición de las llamadas variables de animación, a través de las cuales se crea la ilusión de movimiento, una vez que un determinado número de cuadros o imágenes (mapas) congelados son presentados de manera secuencial, a una cadencia determinadas de número de cuadros por unidad de tiempo. La posibilidad de crear interfaces con otros componentes como sonido, texto, video y animación contribuirá a mejorar la percepción del fenómeno espacial cuyas características se pretenden comunicar (Zamora, 2001).

Cuando la Hipermedia puede ser combinada con los aportes de la Cartografía Digital, de la Fotogrametría Digital, los de la Geografía y la técnica conocida como Realidad Virtual (RV) se pueden crear los llamados Ambientes Virtuales Geoespaciales (MacEachren, et al,1999), en los cuales se combinan de manera armónica el nivel cognoscitivo que tiene el usuario, los aportes científicos y las capacidades gráficas y auditivas con el fin de reproducir lo mas fielmente posible las condiciones de espacios geográficos, reales o posibles.

Los Ambientes Virtuales Geoespaciales pueden ser utilizados para plasmar escenarios sobre los cuales se desarrollarían diversas acciones, con lo cual se

facilita la definición de modelos y simulación. (Neves et al, 1999, citado por Zamora, 2001). Como resultado de la superposición de imágenes reales con imágenes hipotéticas o sintéticas se aumenta la complejidad de la imagen del mundo real, simplemente por la agregación de información adicional, conformándose una nueva posibilidad para el manejo de la información espacial, la Realidad Aumentada (RA) (Gahegan, 1999, citado por Zamora, 2001). Hay que destacar la importancia de esta herramienta digital en el manejo de la información espacial como base para la labores de planificación y en el ordenamiento territorial.

Recientemente aparece en escena los llamados Mapas Aumentados (Augmented Maps), interacción entre mapas analógicos, mapas digitales y modelos tridimensionales junto con información espacial digital (información cartográfica) que permite a cualquier usuario, a través del uso del computador, generar ingentes volúmenes de información, y de periféricos usados en Realidad Virtual, la interacción con imágenes virtuales y reales, que favorecen su inmersión en imágenes reales, y objetos virtuales, incluso en tiempo real (Bobrich, 2003).

Sintetizando, las posibilidades gráficas de los sistemas computarizados, las cuales son incrementadas de manera exponencial y concordante con la llamada Ley de Moore, le confieren a la Geoinformática o Geomática un rol fundamental en el manejo de la información georreferenciada; a través de sus capacidades actuales y de sus potencialidades la concepción, diseño e implantación de sistemas que propendan a comunicar mensajes gráficos, altamente eficaces, es decir con bajos costos mentales, gran cantidad de información, a través de una imagen fácilmente perceptible; rol que se ve favorecido por el carácter experimental que permite el uso de diversas tecnologías de la información y la comunicación, las cuales facilitan cambios formales y estructurales, ajustados al tratamiento de la información y los objetivos que se pretendan alcanzar.

GEOINFORMÁTICA Y COMUNICACIÓN DE DATOS

La Revolución de la Información ha tenido un fundamental punto de apoyo en las llamadas Tecnologías de la Comunicación, las cuales han favorecido el proceso comunicacional, traducido en un fluido intercambio de datos en diversos formatos y con variadas estructuras, fluidez que llega a alcanzar, en algunos campos, el tiempo real, especialmente en lo concerniente con algunas tecnologías específicas. El explosivo desarrollo y difusión de la llamada red de

redes (INTERNET), ocurrido especialmente durante el transcurso de la última década del pasado siglo, permite compartir información, de diferente naturaleza (imágenes, sonido, datos estadísticos, reportes, conferencias, etc.), lo cual ofrece la posibilidad de interactuar con regiones o territorios remotos. De otro lado, las denominadas INTRANETS, redes de configuración menor, permiten en ámbitos reducidos un fluido intercambio de datos, conformando de esta manera una red de difusión de datos o información a diferentes escalas, la cual comprende desde el investigador individual, pasando por grupos intermedios, hasta abarcar la comunidad internacional. Si bien es cierto que la difusión de datos ha alcanzado niveles insospechados, también es conocido que el llamado ancho de banda, en la transmisión de datos impone umbrales cuando se desea obtener información en formato gráfico, por la actual relativa lentitud de comunicación debido a la magnitud de ciertos archivos digitales, especialmente los de naturaleza gráfica. Sin embargo, desde hace algo más de un lustro se han venido desarrollando varios proyectos para crear redes satelitales de banda ancha o alta velocidad, diseñadas para alcanzar unos teóricos 155 Mb/seg., en comparación con los escasos 56Kbs. que, en el mejor de los casos, facilita la comunicación telefónica común o analógica. En efecto, desde mediados de la década de los noventa del pasado siglo, están en proceso de desarrollo tres proyectos, identificados por las siglas del tipo de órbita que utilizarían la “constelación” de satélites. Los proyectos satelitales concebidos para establecer estarían sustentados en el empleo de diversas bandas del Espectro Electromagnético, entre ellas las bandas L, Ka y Ku, cuyas frecuencias fluctuarían entre 1,53 y 31 GHz. En este orden de ideas, los proyectos en desarrollo son: GEO (Orbita Geoestacionaria), orbitando a 35.680 Km. de altura; el proyecto MEO (Orbita de Media Altura) con orbitas que pueden variar entre 10.000 y los 20.000 Km.; y finalmente, el tercer Proyecto se denomina LEO (Orbita de Baja Altura) con órbitas que se situarían entre los 800 y los 2400 Km. Los sistemas sustentados en esta Tecnología Satelital (TS) permitirían transmisiones de datos, videoconferencias y telefonía, entre otros, cubriendo toda la superficie terrestre, a través de una serie de antenas. Entre los proyectos satelitales mas conocidos, actualmente en pleno desarrollo, vale la pena destacar: Teledesic, Spaceway, Celestri y Astrolink, como sistemas comunicacionales de banda ancha, que soportarán caudales de datos de hasta 2048 Mbps (Montgomery, J. 1977). El usuario individual requeriría de una pequeña antena para recepción y emisión, similar a las antenas de ciertos sistemas de televisión, y un decodificador, que actuaría a modo de interfaz o compuerta entre el satélite y el computador, favoreciendo el establecimiento de la comunicación de datos de diversa naturaleza. Entre las bondades de la comunicación o difusión de datos e información geográfica, bien sea gráfica o descriptiva, destaca la posibilidad de

abordar estudios sistemáticos o regionales de cualquier porción de la superficie terrestre; se favorecerían de esta manera estudios comparativos y experimentales para determinar la aplicabilidad y veracidad de métodos y teorías.

En este mismo orden de ideas de la comunicación; hay que destacar los esfuerzos recientemente realizados por el llamado W3C, World Wide Web Consortium, para establecer un conjunto de directrices tendientes a facilitar la comunicación y a mantener normas estandarizadas entre los datos espaciales que se transmiten en la Web; en efecto, a través de archivos que dispongan de METADATOS, los cuales actúan como parte del archivo electrónico y permanecen en el código fuente, es posible que los servicios de indexación de Internet los reconozcan, creando vínculos para la conexión. Hay que destacar que los Metadatos, definidos como información sobre otra información, datos o documento, permitirán su descripción, empleando las llamadas Etiquetas Meta (Keywords, Description, Autor, Language, Robots, Rating, entre otras, definen Metadatos para una página web), las cuales, como es de suponer, varían de acuerdo con la naturaleza de los datos o información. En síntesis, la importancia de los Metadatos reside en el hecho de ser una herramienta fundamental utilizada en la organización, clasificación y descripción de cualquier tipo de datos, acciones que se inscriben en la arquitectura de la información, para lo cual se emplean lenguajes de etiquetado, como por ejemplo XFML, que permiten definir taxonomías facetadas (Hassan, Fernández y Rodríguez, 2003).

PERSPECTIVAS

La Geoinformática, por su característica de permitir el manejo de datos georreferenciados a través de tecnologías basadas o desarrolladas sobre la base de la Informática y la Electrónica y que, por ende, tiene una muy estrecha relación con las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, permite su ubicación en el ámbito de las ciencias espaciales. A lo largo de escasas tres décadas, desde su aparición hasta nuestros días, en nuestra opinión, la Geomática ha provocado una verdadera revolución en los métodos, técnicas y procedimientos para la obtención de información geográfica. En efecto, la difusión de los sensores remotos y correlativamente el Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), como herramientas para la adquisición de datos y de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el manejo y administración de esos datos, para solo citar algunas de las relaciones consideradas en los párrafos precedentes, semejan ser instrumentos adecuados, que permiten

orientar una visión completamente innovadora de los estudios realizados o que podrán ser realizados en el marco de esta ciencia.

Las perspectivas que la Geoinformática ofrecerá como contribución al manejo de grandes y crecientes volúmenes de información espacial, durante las próximas décadas, no podrán ser desligadas del desarrollo de la Electrónica y la Informática, las cuales como motores generadores de cambios, tecnológicos y metodológicos, están sometidas a un dinamismo que parece carecer de límites físicos, al menos aparentemente. Este planteamiento nos lleva a tomar la opinión de notables especialistas e instituciones relacionados con la Cibernética, para presentar las posibles tendencias en el mediano y largo plazo (10 a 20 años), centrandó la consideración en solo dos aspectos, a saber:

- La Nanotecnología, como tecnología que tiene que ver con la creación de dispositivos moleculares, ciertamente que deberá originar una nueva revolución en los dispositivos computacionales. Cuando los investigadores logren colocar cada átomo en el lugar deseado, se estará a la puerta de crear los NanoChips, con capacidades de procesamiento realmente inimaginables, con miles de millones de transistores. Se señala que para cuando esa meta sea alcanzada podría ser el final de la época del Silicio y se dará inicio a una nueva era, signada por la Mecánica Cuántica. En este orden de ideas, como un pequeño avance en esta dirección, podemos señalar que, recientemente, la compañía IBM, a través de un grupo de investigación conjuntamente con la Universidad de Stanford, ha anunciado un nuevo Chip, del cual se podría disponer de un prototipo a finales del 2005, basado en una tecnología llamada Spintronics, con lo cual se incrementaría en forma dramática la capacidad de cómputo de los CPU, utilizando magnetismo en vez de electricidad, con lo cual se elimina o se minimiza el problema del calor (Mainelli, 2004). Las posibilidades que el incremento de la capacidad de cómputo puede permitir debe ser observada no solamente en la capacidad misma, sino en las potencialidades para el procesamiento de imágenes y en el procesamiento de señales como voz, y que además, podría facilitar la creación de Sistemas Operativos basados en el Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP), lo cual permitiría una interacción hombre-computador a través de una interfaz natural (Behr, 2001). Las aplicaciones inmediatas parecen ser múltiples en el área de la Geoinformática: nuevas familias de sensores remotos con capacidades para obtener datos en porciones del EEM hasta ahora no exploradas, el desarrollo de sistemas para el procesamiento digital de imágenes, basados en Sistemas Expertos e Inteligencia Artificial, concebidos para recabar información proveniente de imágenes hiperespectrales y su integración directa para alimentar Sistemas de Información Geográfica, con capacidades para producción de información en tiempo real, para la toma de decisiones, parece ser la perspectiva.

- En cuanto a Internet, la velocidad de las redes ha experimentado durante los últimos años un mejoramiento innegable. El proceso acelerado de difusión de la Internet ocurrido durante el último decenio del siglo pasado es considerado por algunos autores como la revolución de la comunicación, que no ha podido alcanzar el grado de madurez debido a limitaciones de velocidad y a los costos de las comunicaciones (Gates, 2001). Las investigaciones que adelantan diversas instituciones en el mundo, centran su atención en los materiales para las redes de comunicación; partiendo del hecho cierto del mejoramiento en la capacidad de los procesadores y las perspectivas a futuro, parece ser que el cuello de botella es el medio para transportar los datos; bajo estas consideración, las investigaciones apuntan a sustituir la actual fibra óptica por Fibras Fotónicas huecas, en las cuales el aire con baja densidad, contenida en cada fibra facilitaría la rápida circulación de datos en Internet, ya que se mantendría la intensidad de la señal.

Ciertamente que las expectativas presentadas en los párrafos precedentes, de manera abreviada, hacen presagiar que la influencia que las mismas tendrán sobre el desarrollo de la Geoinformática; conducen a pronosticar que, a mediano plazo, se impondrán las investigaciones geográficas sustentadas en los aportes de esta disciplina, lo que implicará el uso generalizado del procesamiento digital de imágenes, la utilización de sistemas expertos e inteligencia artificial, el empleo de simulación y modelos espaciales, la utilización cotidiana de sistemas de información geográfica y cartografía digital, y la difusión de la realidad virtual; herramientas que facilitarán la consolidación y mejoramiento del cuerpo teórico y metodológico de la Geografía y que le conferirá a esta ciencia un real carácter explicativo y prospectivo, lo cual consolidará a la Geomática como paradigma para el óptimo manejo de la información espacial (Flores,1999).

BIBLIOGRAFIA

1. ----- 2001). **Una Perspectiva desde lo Alto**. En. PC Magazine en Español. Vol. 12 N°10 , Octubre 2001.
2. Behr, Mary (2001). **Lenguaje Natural las Tecnologías para Observar**. En.: PC Magazine en Español. Vol. 12 N° 10, Octubre 2001.
3. Berry, B. y Marble, D.F. (1968). **Spatial Analysis: A Reader in Statical Geography**. Englewood Cliffs, Prentice Hill. London.
4. Bobrich, Joachim (2003). **Augmented Maps. Increasing the Dimensionality of paper maps**. En GIM International. Vol. 17, January 2003.
5. Cahegan, Mark (1999). **Virtual Reality and Immersive Visualization Environments** www.geog.psu.edu/mark/online/geo421W/lecture16.html.
6. Curran, P. (1991). **Principles of Remote Sensing**. Longman. London New Cork.
7. Dobner, H.K. (1983). **Geoinformática**. Editorial Concepto. México.
8. Edge, Geoffrey (1974). **Why has Geography Changed?** En: Evolution or revolution in Geography, part 3, The Open University Press, London.
9. Flores R. Ernesto J. (1996). **Geoinformática o Geomática. Origen y Perspectivas**. En: Geoenseñanza, Vol. 1,1996, p.31-38.
10. Flores R. Ernesto J. (1998). **Geomática: un Nuevo Paradigma para el Manejo de la Información Geográfica**. En: Geoenseñanza, Vol. Especial 1998, p.157-170.
11. García A.; Menéndez A. (2001). **20 Años del PC, Tan cerca, tan Lejos**. En: PC Actual Año XIII, N° 135, noviembre 2001.
12. Gates, Bill (1995). **Camino al Futuro**. McGRAW-Hill. Madrid, Buenos Aires, Santa Fe de Bogotá, Santiago.
13. Graven, M. (2001). **Almacenamiento Holográfico, Las Tecnologías para Observar**. En PC Magazine en Español Vol. 12, N° 10, octubre 2001.

14. Hartshorne, R. (1939). **The Nature of Geography**. Association of American Geographers. Chicago.
15. Harvey, D. (1969). **Explanation in Geography**. Edward and Arnold. London.
16. Maceachren A, Kraak M. y Verbree E. (1999). **Cartographic Issues in the Design and Application of Geospatial Virtual Environments** En: Proceeding of 19 International Cartographic Conference, Canada.
17. Madrid, Buenos Aires, Santa Fe de Bogotá, Santiago.
18. Mainelli, Tom (2004). **IBM, Stanford Craft Next Generation Chips**. En: Pc World Magazine. Vol. 2, April 2004.
19. Montgomery, J (1997). **La Internet en Orbita. Fibras en el cielo**. En: Byte, Venezuela, Vol. 3, N° 33, Nov.1997.
20. Nahn, H. y Stout R. (1995). **Internet. Manual de Referencia**. Osborne-Mc.GrawHill.
21. Renslow, Michael (2002). **Applications of Advanced Lidar for DEM Applications**. http://www.sbgmaps.com/lidar_apps.htm.
22. Schaefer F. K.(1953). **Exceptionalism in Geography: a Methodological Examination**. In: Annals of the Association of American Geographers, vol. 43.
23. Vincent Tao, C. (2002). **Digital Photogrammetry, The future of spatial data collection**. En: GeoWorld, Vol. 3, May, 2002.
24. Yusef, Hassan M; Fernández F. y O. Rodríguez (2003). **Clasificaciones Facetadas y Metadatos (I). Conceptos Básicos**. <http://www.nosolousabilidad.com>.
25. Zamora L. Hernan (2001). **Visualización Geográfica y Nuevas Cartografías**. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela de Geografía. U.L.A. Mérida. Venezuela.