

INTRODUCCIÓN DE LA GEOINFORMÁTICA EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN TICS

Geoinformatic introduction in the information
and communication technologies

M. en EUR Armando Arriaga Rivera
Facultad de Planeación Urbana y Regional
Universidad Autónoma del Estado de México. México
arriaga_argec@yahoo.com.mx

Fecha de recibido: 29 de enero 2012
Fecha de aceptado: 16 de marzo 2012

pp: 81-108



FAD | UAEMéx | Año 7, No 12
Julio - Diciembre 2012

RESUMEN

El presente ensayo es una introducción de la geoinformática y las tecnologías de la información y comunicación TICs, que han influenciado a tres áreas importantes. Estas son: la cartografía automatizada, los sistemas de información geográfica y la teledetección; estas a su vez son herramientas para el análisis regional y urbano. Es importante mencionar que la ciencia cartográfica y la geoinformática, hoy en día, han perdido importancia teórica llegando a considerarse únicamente en su aspecto técnico, cuando en realidad su esencia tecnológica cuenta con un gran acervo teórico metodológico. En este ensayo se presenta una reseña de sus alcances y aplicaciones.

Palabras clave: Cartografía, geoinformática, sistemas de información geográfica y teledetección

ABSTRACT

This essay is an introduction to geoinformatics technologies and ICT information and communication, which have influenced these are three important areas: the automated mapping, geographic information systems and remote sensing, these in turn are tools for regional and urban analysis. It is noteworthy that the cartographic science and geoinformatics today have lost theoretical importance as a technician come to be seen, when in fact its core technology with a wealth theoretical and methodological. This essay presents an overview of its scope and applications.

Keywords: cartography, geo-informatics, geographic information systems and remote sensing

I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO-METODOLÓGICA DE LA GEOINFORMÁTICA

ANTECEDENTES

La investigación geográfica y cartográfica en los últimos años se ha visto influenciada considerablemente por la “revolución de la información”, enfocada por las tecnologías de la información y la comunicación TICs, aplicadas al manejo de la información *geo-referenciada*. Bajo este contexto, los métodos y técnicas para el levantamiento de datos espaciales han cambiado radicalmente; estos cambios reconocen 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 y calidad, hasta agrupar medios, métodos y técnicas de almacenamiento de datos en formato digital, para facilitar el procesamiento en la producción de información cartográfica como una forma de transmitir la información. La geoinformática tiene varias aplicaciones y una de estas es el análisis regional y urbano (Flores, 2004:62).

La geoinformática tuvo sus orígenes en la provincia de Québec, Canadá en el siglo XX, sin embargo, oficialmente fue en la Universidad de Laval en 1986 en donde brindaron el primer programa de Ingeniería Geomática a nivel mundial, siendo así la primera Universidad que dio un paso sustancial adoptando las nuevas tecnologías; continuando en el camino las universidades de New Brunswick, Ontario, Alberta y la Columbia Británica (Flores, 2004:62).

En los años 60's, el estudio de la forma y dimensiones de la Tierra estuvo sujeto a cambios científicos y tecnológicos a nivel internacional. Existía la necesidad de ubicación, delimitación, geo-referenciación y localización, entre otros, en donde el papel de las ciencias que estudiaban las problemáticas espaciales, resultaba insuficiente. Es en esta década que el científico francés Bernard Dubuisson, reconocido topógrafo y fotogrametrista, propone por primera vez la Geomática (se entiende como sinónimo de la geoinformática), como el término que integraba un mecanismo sistémico, permitiendo conjuntar las ciencias de la Tierra para medir y localizar espacios con la tecnología espacial (Flores, 2004:63).

Esto ocasionó que algunos países comenzaran a invertir y apostar a la investigación con el propósito de desarrollar herramientas geoinformáticas integrales. Estos avances dieron pauta para apoyar estudios sobre el territorio con la adaptación de la información geoespacial, que entonces comenzaba a democratizarse para uso civil, ya que en un principio, el propósito era militar. Por otro lado, el desarrollo de la informática se hizo presente con la evolución fulgurante de *hardware* y *software* para la gestión y tratamiento de la información geoespacial a través de los primeros sistemas de información geográfica, lo que per-

mitió explotar el componente espacial en su forma atómica, es decir, una coordenada en X y Y , podía ser estructurada sobre puntos, líneas y polígonos dando vida a vectores en forma lineal, figuras geométricas y, posteriormente, cualquier elemento u objeto geográfico tratado con lenguajes de programación (Flores, 2004:63). Una aplicación a las problemáticas del territorio es el análisis regional y urbano

CONCEPTOS BÁSICOS

El concepto de las tecnologías de la información y la comunicación o TICs, nace en 1997 por Dennis Stevenson a través de un informe al gobierno del Reino Unido, mismo que se ha estado utilizando desde entonces.

Las tecnologías de la información y la comunicación o TICs, no son parte de la informática, sin embargo, una conlleva a la otra; es decir, la diferencia de la informática -donde la información es tratada mediante las computadoras-, y las tecnologías de la información, y la comunicación, es que éstas, se usan para la obtención de datos, logrando su transformación en información y comunicación, para transmitirla a muchos usuarios simultáneamente a cualquier parte del mundo. En ambos casos se requiere de las computadoras; la Informática requiere conocer el funcionamiento de éstas y en las TICs sólo se requiere saber usarlas. En estas tecnologías se integran tres grandes conceptos (Sánchez, Andrade y Guillén, 2006:168):

1. La tecnología, entendida ésta como el producto de la aplicación de la ciencia al desarrollo de máquinas y procedimientos para mejorar algunos aspectos de la vida del ser humano.
2. La información, se refiere al conjunto de datos presentados en un contexto y que transmiten un significado a los individuos. Así la información sólo existe cuando el dato es interpretado por una persona.
3. La comunicación, implica compartir un código o lenguaje entre dos o más personas y los medios de unión para expresarlos.

Lo anteriormente expresado es lo que está impulsando a la ciencia cartográfica, dado que la aparición de la computadora, permitió a la geoinformática el desarrollo de los programas cartográficos y la generación de cartografía, cada día más rápido; así como la internet, permitió una manera de comunicar y transmitir la información creada para el análisis espacial, tanto de especialistas como de personas interesadas en conocer su espacio en todos los niveles de conocimiento.

Es así que nace el concepto de la geoinformática, disciplina que surge al unir la informática y las ciencias de la Tierra. Una definición más formal, se refiere al uso de las matemáticas y las técnicas informáticas para resolver problemas geográficos, creando o utilizando programas informáticos y modelos matemáticos (Guinea, 2007), para posterior-

mente, transmitir el conocimiento generado. Los conceptos básicos de la ciencia cartográfica que se trasladaron a esta tendencia se muestran en tabla 1.

Tabla 1. Conceptos básicos de la cartografía

Concepto	Definición
Base matemática	Permite ubicar elementos geográficos, medir distancias y direcciones de líneas; calcular las escalas y deformaciones terrestres, aunado al cálculo de áreas. Es entonces que la figura del geoide se sustituye por el elipsoide, debido a que cuenta con condiciones matemáticas para sustentar y aplicar las proyecciones cartográficas.
Forma de la Tierra	Gauss fue el primer geodesta en definir la superficie del geoide en un sentido matemático estricto y lo describió en 1822 como “una superficie en la que cualquiera de sus partes intersecta las direcciones de la gravedad en ángulo recto y de la que es una parte la superficie oceánica en reposo en condiciones ideales”. Posteriormente Bessel, en el año 1837, desarrolló las ideas de Gauss y definió a esta superficie como una superficie equipotencial a la que deben estar referidos todos los trabajos geodésicos. Luego, en 1872, Listing bautizó como geoide a esta superficie equipotencial terrestre. Helmert sistematizó las ideas sobre las superficies equipotenciales en 1884 e incluyó su teoría completa en el Reino de la geodesia.
Elipsoide	Es la referencia para los mapas y para ligar correctamente con los métodos de recolección de datos cartográficos hacia los diferentes elipsoides, determinando la garantía de correspondencia con el geoide; es decir que las mediciones realizadas sobre el verdadero terreno pueden trasladarse a esta superficie matemáticamente con el mínimo de errores.
Datum	Se caracteriza por su latitud, longitud, azimut de una línea (norte geográfico), radio ecuatorial y achatamiento del elipsoide. En México se ha empleado el Datum Norteamericano de 1927 (Meades Ranch), mejor conocido como NAD27, ubicado en el estado de Kansas, Estados Unidos; basado en el elipsoide de Clark de 1866. Actualmente con base en el GRS80, México adoptó como Sistema Geodésico de Referencia, el sistema ITRF92, época 1988 (International Earth Rotation Service Terrestrial Reference Frame of 1992).
Proyecciones cartográficas	Se clasifican según la superficie auxiliar proyectante que se desarrolla en la superficie plana. Las diferentes proyecciones cartográficas utilizan como superficie proyectante un cilindro, un cono o un plano.
Escala	Se establece una relación de proporción 1/n en la medida que el denominador aumenta; el cociente, resultante o escala disminuye de forma contraria. Al disminuir el denominador o cociente, la escala aumenta. Se divide en escala numérica y gráfica.

Fuente: Fundación Geoware de México A.C. (2003). Excelencia en formación tecnológica para la geoinformática. Ed. Fundación GWM formación en tecnología, pp. 10 – 46.

Los mapas topográficos sirven de base al resto de la cartografía, siendo fundamentales por su énfasis en la precisión y exactitud de los objetos cartografiados y por contener los rasgos de la superficie terrestre: límites políticos, administrativos, rasgos naturales y culturales, entre otros.

Estos elementos del territorio son expresados mediante la representación cartográfica, aplicando el criterio de selección y generalización. Según Saltchev, (1979 -citado por Fundación Geoware de México A.C-, 2003:27), menciona que los criterios de selección y generalización son fundamentales en un mapa geográfico, porque implica representar lo principal y lo más importante a partir del objetivo, además de los rasgos principales y típicos; así como las particularidades más significativas, determinando también el tipo de usuario a quien está dirigido el tema y la escala.

Los mapas se pueden clasificar según su escala de la siguiente forma:

Tabla 2. Escalas de los mapas

Escala	Clasificación de mapa
1: 8 000 000 a 1: 1 000 000	Pequeños
1: 750 000 a 1: 500 000	Medios
1: 250 000 a 1: 50 000	Grandes
1: 40 000 a 1: 10 000	Detallados
1: 5 000 y mayores	Proyectos planos

Fuente: Fundación Geoware de México A.C. (2003). Excelencia en formación tecnológica para la geoinformática. Ed. Fundación GWM formación en tecnología, pp. 23.

La representación cartográfica se divide en dos aspectos importantes: el primero es la reducción del número de objetos y el segundo, la representación de una forma simplificada de la realidad.

Los métodos de representación cartográfica son técnicas gráficas especializadas para la comunicación no verbal del contenido del mapa, para expresar el significado de los elementos y procesos; incluyendo sus rasgos cualitativos y cuantitativos, para este fin, se emplean los cartogramas y cartodiagramas, entre otros.

También apoya a los métodos de representación cartográfica, la Semiología, que es el nombre dado por Ferdinand de Saussure, a la ciencia que estudia los signos y su significado. Humberto Eco define el signo como: cualquier entidad mínima que parezca tener significado preciso (Suavita y Flórez, 1992:107). Ver tabla 3.

Tabla 3. Métodos de representación cartográfica

Método de representación	Atributo espacial
Puntual	• Localidades. • Hospitales. • Escuelas • Casas aisladas. • Bancos. • Restaurantes. • Pozos. • Manantiales, etc.
Lineal	• Vías de comunicación • Vías marítimas. • Vías aéreas. • Límite político administrativo. • Red hidrológica. • Red de drenaje. • Red de energía eléctrica, etc.
Areal	• Municipios. • Estados. • Países. • Usos del suelo. • Geología. • Relieve. • Vegetación. • Climas. • Acuíferos. • Regiones económicas. • Áreas de riesgo natural y antrópico. • Impacto ambiental.

Reglas cartográficas genéricas para la utilización de los métodos de representación cartográfica (Fundación Geoware de México A.C., 2003: 41):

- La selección del método de representación cartográfica, depende del objetivo, de la asignación del mapa (a quien va dirigido) y principalmente, de las características espaciales y descriptivas de los datos.
- No puede estar todo en el mismo nivel de desarrollo o expresión del primer plano.
- Es muy importante resaltar con colores (tonos cálidos o gamas de color).
- No es tan importante resaltar con colores y tonos fríos, con tendencias a los grises, tamaños menores, letras más simples.
- Los textos legibles y contenidos completamente en el rasgo y afuera del objeto.

Los mapas temáticos convencionales se obtienen con la superposición de un contenido temático a un mapa base y los cartogramas son únicos en el sentido de que la simbolización forma parte del propio mapa base. Así, las unidades de enumeración, son de por sí, símbolos proporcionales, a la vez que dan la información de un mapa base convencional.

Orientaciones temáticas

Las orientaciones se concentran en tres momentos importantes en la cartografía: la cartografía hoy, ahora y mañana; es decir, donde estamos y hacia dónde vamos.

La cartografía hoy, está en un proceso tecnológico revolucionario causado por el uso de la electrónica dentro de la cartografía digital; la sociedad y los cartógrafos han utilizado las computadoras por varias décadas. La actual tendencia, es la estandarización de los sistemas de cómputo por su popularidad y está influenciando altamente el campo técnico de la cartografía, en especial la relación entre el trazado y la sociedad (Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling y Guptill, 1995: 4-5).

La cartografía durante muchos años, ha definido elementos básicos de su ciencia, cada vez más exacta, extensa y disponible; el mapa como producto ha sido el foco central de la ciencia de la cartografía y proporciona dos funciones importantes:

- Sirve como medio de almacenaje para la información que la humanidad necesita.
- Proporciona un cuadro del mundo para ayudarnos a entender los patrones espaciales, las relaciones, y la complejidad del ambiente en el cual vivimos.

La cartografía digital está proporcionando dos productos basados en la primera de sus funciones:

- La base de datos digital, está substituyendo al mapa impreso como medio de almacenaje para la información geográfica.
- Las visualizaciones cartográficas en diversos medios, ahora satisfacen la segunda función, servida previamente por los mapas impresos.

El trabajo que realiza el especialista en cartografía, será reemplazado, cada vez más, por el diseño de nuevos programas cartográficos digitales; lo que permitirá al usuario del mapa, realizar sus propios trazados sobre la información cartográfica. Este cambio, crea la oportunidad de adiestrar -en las escuelas públicas-, en el uso y manejo de la información digital. El hecho de centrarse en el usuario que no requiere de conocimiento complejo para utilizar esta nueva tendencia,

requerirá de mucha más atención de la que ha recibido en el pasado por parte de los educadores cartográficos.

La cartografía del mañana, plantea, tanto una revolución en la ciencia de la cartografía, como en la sociedad. Las demandas para la cartografía serán absolutamente diferentes, con una tendencia hacia la geoinformática. Los mapas no desaparecerán sino que adquirirán nuevas formas y nuevas aplicaciones para los usuarios. Se prevén nuevas visualizaciones cartográficas en el futuro. Asimismo, el acceso y el uso individual de bases de datos espaciales, serán más grandes y más populares. Indudablemente, nuevos medios serán descubiertos y los ya existentes serán perfeccionados. En los Estados Unidos, se está instalando el cable fibra óptica a un ritmo acelerado, y se está entrelazando el uso de teléfonos, de aparatos de vídeo, televisión, de máquinas de fax y de ayudantes digitales personales. Las presentaciones dinámicas, foto-realistas de los datos espaciales de carácter tridimensional, pronto estarán en mayor demanda (Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling y Guptill, 1995: 5-6).

PERSPECTIVAS

Las perspectivas de la cartografía, señalan que uno de los cambios principales, es que los especialistas en cartografía están perdiendo el control que tuvieron desde el año 2300 a.C., con los mapas más antiguos realizados por los babilonios (Manuel García, 2009). Cuando el mapa impreso era el único producto, los cartógrafos controlaron cada fragmento de la información. Los usuarios podían extraer de un mapa solamente lo que eligieran. Con el uso de la tecnología digital, la situación es enteramente diferente: los usuarios, pueden seleccionar la información que quieran incluir en una visualización. Así, se está descentralizando el proceso cartográfico. La experiencia de los especialistas en cartografía será codificada en gran parte en las estructuras del software y de datos disponibles para los no profesionales; es decir, el papel del especialista está cambiando de puesto a las fases preliminares anteriores, mientras que el usuario del mapa, está tomando más las tareas reales de la producción del mismo (Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling y Guptill, 1995: 6-7).

La cartografía tradicional resaltó la importancia de la escala. Hoy pueden todavía seguir este consejo en cartografía digital, pero los usuarios individuales no necesariamente se sujetan a ésta. De hecho, muchas aplicaciones de datos espaciales digitales se ajustan en varias escalas de acuerdo a la visualización. También se requerirá mayor conocimiento, de parte de usuarios que no se dediquen por completo a la cartografía (Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling y Guptill, 1995: 6).

Una de las preocupaciones más importantes de los especialistas en cartografía del futuro, será estandarizar las unidades locales de alimentación de los datos (estado, nacional, globales) a través de or-

ganizaciones de coordinación central. Estas organizaciones serán responsables de estandarizar y facilitar la distribución de los datos. Estos estándares son necesarios para la calidad de los datos, del soporte físico, del *software*, y los procedimientos de colección de datos. El conocimiento de los modelos de datos, las características, las cualidades y el linaje del conjunto de datos son ejemplos de los conceptos que los especialistas deben ahora aprender, con énfasis creciente para evitar la propagación de error durante el análisis y síntesis que asumirá una mayor importancia en la cartografía del futuro (Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling y Stephen, 1995: 7).

La geoinformática tiene un gran abanico de posibilidades que permite su aplicación en diversas áreas, temas y disciplinas del conocimiento. En el caso del ámbito regional y urbano presenta algunas aplicaciones.

- Separación de categorías urbana y rural
- Planificación regional
- Cartografía de redes de transporte
- Planificación y gestión urbana
- Economía regional y urbana
- Infraestructura regional y urbana
- Equipamiento urbano regional
- Ingeniería de tránsito urbano

II. LAS GEOINFORMÁTICAS Y EL EMPLEO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN TICs PARA SU DIFUSIÓN.

Las nuevas tendencias en la tecnología se apoyan en las tecnologías de la información y la comunicación TICs. Dado que actualmente existe una socialización del conocimiento generado, los resultados de la cartografía automatizada, los sistemas de información geográfica y la teledetección, son difundidos por la internet para conocimiento de la población en general, sin importar que sean especialistas, lo que está rompiendo la centralización de la información.

En este apartado, se menciona cómo ha sido el desarrollo de la cartografía automatizada, los sistemas de información geográfica y la teledetección; explicando sus antecedentes, objetivos y sus procesos; resultado, que las tecnologías de la información y la comunicación TICs, da a conocer a la población en general.

2.1 DESARROLLO TECNOLÓGICO DISCIPLINARIO (TECNO-CARTOGRAFÍA)

2.1.1 CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA

ANTECEDENTES

La cartografía automatizada tiene sus orígenes en la década de los sesenta. La cartografía asistida por ordenador alcanzó reconocimiento e interés por parte de la comunidad cartográfica, lo que contribuyó al desarrollo de algoritmos para que el ordenador pudiera dibujar y de alguna forma automatizar el trabajo manual del cartógrafo. En 1968 el Laboratorio de Gráficos por Ordenador y Análisis Espacial de la Universidad de Harvard, bajo la dirección de Howard T. Fisher, desarrolló el programa SYMAP y en 1970, después de un viaje de Fisher a España, con la colaboración del Instituto de Geografía Aplicada del CSIC e IBM, se implementó el programa en el Centro de Cálculo del Instituto Nacional de Estadística. El Instituto Geográfico Nacional dio a conocer el programa a diversos centros interesados en formar cartografía temática con ordenador (Núñez, 1991).

La cartografía automatizada se basa en la tecnología CAD, una tecnología relacionada con los sistemas de información geográfica. Esta se utiliza especialmente para dibujar diseños y planos, tanto cartográficos, como de construcción, y no requieren de componentes relacionados ni herramientas de análisis. Aunque actualmente se han ampliado como soporte para mapas, tienen utilidad una limitada de análisis y soporte de bases de datos geográficos de gran volumen (Mastermagazine, 2004).

El proceso de automatización cartográfica es muy importante en la formación integral de la geografía ya que junto con la evolución de los instrumentos tecnológicos, se han presentado cambios en los métodos, técnicas y procedimientos operativos, pero conservando los principios metodológicos de la ciencia geográfica. Su manejo eficaz en la práctica profesional implica el conocimiento de las propiedades de la información espacial y de las técnicas para el análisis e interpretación de mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite, así como la adecuada utilización de los sistemas de posicionamiento global, los instrumentos topográficos y fotogramétricos (UNAM, 2006).

CONCEPTOS BÁSICOS

El concepto CAD, es un término muy ligado a la cartografía automatizada y ha influido en la generación de mapas; esto se entiende como *computer aided design*, o diseño asistido por computadora. Estas técnicas permiten a los geógrafos, arquitectos y diseñadores, entre otros, utilizar en su trabajo herramientas informáticas para optimizar los tiempos en el diseño de sus productos. El CAD se ha extendido en los

últimos años de manera considerable, principalmente por el bajo costo que implican los programas y el incremento de la potencia de los ordenadores. Un buen programa CAD, puede suponer un importante ahorro de trabajo al diseñador, que además, puede observar en tiempo real, cómo afectan pequeños cambios a la estructura global del objeto a diseñar (Mastermagazine 2004).

La definición de cartografía automatizada es muy ambiciosa y ha significado un proceso de desarrollo tecnológico y metodológico, orientado a la creciente automatización de los procesos de producción cartográfica y al análisis de la información geográfica (UNAM, 2006).

Dentro de los procesos de análisis espacial en la cartografía automatizada, se presentan algunos conceptos de interés; tal es el caso de la transposición, término más correcto para la trasferencia de puntos (coordenadas planas), es decir, cuando una imagen *raster*, ya sea ortofotos digitales o imagen de satélite, carece de su ubicación dentro de su espacio conocido, es entonces que se buscan puntos de control, es decir, coordenadas y se ingresan para enviar a su posición original dentro de programas CAD. A este proceso en programas para tratamiento de imágenes de satélite, se le conoce como georeferencia, sin embargo en cartografía automatizada no se puede denominar así por no contar con el error RSM (siglas en inglés: *root-mean-square*; raíz media cuadrática- en español).

PROCESOS Y ANÁLISIS ESPACIAL

Francia es uno de los países con mayor desarrollo en esta área. En este país, la cartografía automatizada, constituye una ciencia con gran tradición, tanto desde el punto de vista científico y tecnológico, como artístico. Por ello, no es de extrañar que las características de los cartógrafos franceses, se mantengan hasta nuestros días y se manifieste su notable influencia en las escuelas cartográficas de Europa y América. Los SIG y la teledetección, como una rama cartográfica moderna, no han quedado exentos del mismo desarrollo en dicho país (Díaz y Candéau, 1997).

Son varios los organismos estatales franceses que marcan las tendencias y avances en la trilogía SIG-teledetección-atlas, entre ellos están: Instituto Geográfico Nacional de Francia (IGN-F) en Saint Mande; GIP Reclus en Montpellier; GDTA en Toulouse; Instituto Francés de Petróleo; Buró para el Desarrollo de la Producción Agrícola; SPOT Image; Centro Nacional de Estudios Especiales y ORSTON, entre los más destacados (Díaz y Candéau, 1997). Una de las instituciones que van a la vanguardia en el tema, es el Instituto Geográfico Nacional de Francia, como se explica a continuación.

Los procesos y análisis espacial en la cartografía automatizada es uno de los medios más difundidos para la generación de mapas, como comenta el Instituto Geográfico Nacional de Francia (IGN-F): “los mayo-

res avances en la cartografía asistida por computadoras, así como su orientación en diferentes direcciones dependen de la tecnología, condiciones operativas, tipos de producción y resultados que lleva a cabo el Instituto Geográfico Nacional para establecer varias líneas de producción cartográfica en diferentes departamentos” (IGN-F, 1985, citado por Díaz y Candeau, 1997).

Este proceso describe las siguientes etapas:

- Adquisición de datos, incluyendo digitalización.
- Edición y manejo, incluyendo corrección y actualización.
- Procesamiento de datos y su representación en forma digital.
- Despliegue y *ploteo* en una forma gráfica final (soportes permanentes).
- Almacenamiento e inversiones, si es necesario, en un banco de datos geográficos.

Las herramientas que se operan en esta institución IGN-F, se dividen en dos grupos tecnológicos fundamentales:

- Tecnología vectorial, donde el mapa es considerado como un conjunto de líneas y cada línea, reducible a un grupo de vectores.
- Modo matricial o “*raster*”, donde el mapa es considerado como una superficie bidimensional reducible, como una imagen televisiva a sus elementos matriciales que pueden ser puntos desde 0.05 hasta 0.1 mm en las variantes de mayor resolución.

Las variantes vectoriales se trabajan en el IGN-F mediante digitalizadores y las matriciales mediante el barrido. Es significativo el desarrollo de técnicas de intercambio “*raster*vector” desarrolladas en este centro.

La producción del IGN-F puede ser resumida de la siguiente forma:

- Producción de mapas topográficos de escala media y grande por *ploteo* fotogramétrico de fotos aéreas, grabaciones digitales y *ploteo* automático.
- Producción de foto-mapas mediante ortoproyecciones de fotos aéreas.
- Digitalización de los mapas de escala media y pequeña y de la producción de mapas derivados, mediante el procesamiento de datos digitales, en particular de los modelos tridimensionales del terreno.

- Producción de mapas temáticos, basados en levantamientos en forma de documentos de autor.
- Producción de mapas estadísticos basados en los inventarios de los datos existentes representados en unidades administrativas.
- Producción de mapas topográficos o temáticos a partir de imágenes de satélites, actualmente enlazadas a SPOT.
- Estudios regionales y urbanos.

En este Instituto se concentran las mayores posibilidades tecnológicas de Francia, no obstante, no se puede hablar del establecimiento de un SIG como tal, en dicha institución; sin embargo, no parece existir duda de que el IGN-F, marcha a la cabeza mundial en las técnicas de cartografía automatizada.

2.1.2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

ANTECEDENTES

El conocimiento del territorio y la cartografía ha sido una estrategia de sobrevivencia, manifestada como un elemento de análisis espacial, transmitida de generación en generación. Sus primeras representaciones datan de hace 15 000 años aproximadamente, con las pinturas rupestres en las paredes de las cuevas de Lascaux (Francia). Los hombres de *Cro-Magnon* pintaban en las paredes los animales que cazaban, asociando estos dibujos con trazas lineales que, se cree, eran rutas de migración de esas especies; pero además, es una representación simplista de un sistema de información geográfica, contando con dos elementos básicos: una imagen asociada, con un atributo de información (Norbert, 2009).

La ciencia cartográfica y en específico los sistemas de información geográfica, se dividen en tres etapas importantes:

La primera es la teoría cartográfica, basada en dos niveles de información: los datos geográficos -*Vector*-, que describe los diferentes rasgos geográficos que son representados en la cartografía básica y temática, conceptualizándolos en forma de entidades que, gráficamente son representadas como puntos, líneas y áreas (INEGI, 2009); y la sobreposición, que es un análisis que permite la interrelación de información, espacialmente.

La segunda etapa es el protosistema información geográfica, el cual ejemplifica, cómo se fue presentando de manera analógica el análisis espacial para detectar y localizar patrones:

“La idea de representar mapas bajo la forma de niveles de información sobrepuestos, e intentar relacionar espacial-

mente los objetos representados, fue en fechas muy anteriores al desarrollo de los computadores. Por ejemplo, mapas de la Batalla de Yorktown (Revolución Americana) desarrollados por el cartógrafo francés Louis-Alexandre Berthier eran formados por *overlays* mostrando en movimiento las tropas, y el “Atlas del Segundo Relatorio de los Ferroviosarios Irlandeses” datado a mediados del Siglo XIX, que mostraba datos poblacionales, flujo de tráfico, geología y topografía sobrepuestos en un mapa base.”
“Otro estudio considerado pionero en la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica y del análisis espacial fue el estudio de la distribución de los casos de cólera en el centro de Londres en 1854 por el Dr. John Snow, infectólogo británico, en el que al sobreponer en un mapa base de ciudades las direcciones de los pacientes infectados, ubicó la fuente de contaminación” (Nobrega, 2002).

La tercera etapa de los sistemas de información geográfica tiene sus inicios en la década de 1960 junto con la geoinformática. Diversos factores propiciaron un cambio en el análisis cartográfico, principalmente por el avance de los sistemas computacionales, con el desarrollo de nuevas tecnologías en el hardware, especialmente en el área de la computación gráfica, ligados con el avance de teorías de procesos espaciales en geografía social, económica, antropológica, etc., así como por la preocupación por problemas sociales, regionales, urbanos y ambientales, que llevaron al surgimiento de diversas técnicas y métodos de análisis espacial (Esquema 1).



Esquema 1. Historia de los Sistemas de Información Geográfica

Fuente: Elaboración propia, con base en autores.

CONCEPTOS BÁSICOS

La tabla 4 presenta algunas definiciones de los Sistemas de Información Geográfica.

Tabla 4. Algunas definiciones de los Sistemas de Información Geográfica

Concepto	Instituciones
De modo simplificado, un SIG combina layers de un lugar (niveles de información) a modo de ofrecer una mejor comprensión sobre ese lugar. La selección de los layers ha de ser combinada; depende del propósito: encontrar el mejor local para una nueva tienda, analizar daños ambientales, observar crímenes similares en una ciudad para detectar patrones, etc.	ESRI
SIG es un sistema de hardware, software y datos que facilita el desarrollo, modelamiento y visualización de datos geo-referenciados multivariados (varios layers).	National Satellite and Information Service
SIG puede ser considerado como un equivalente high-tech del mapa. Un mapa individual contiene mucha información que es usada de modos diferentes por diferentes individuos u organizaciones. Los SIG representan un medio de localizarnos en relación al mundo que nos rodea.	Science and Engineering at the University of Edinburgh
En un sentido estricto, un SIG es un sistema de computadores capaz de almacenar, manipular y mostrar información referenciada geográficamente, esto es, datos identificados de acuerdo con su localización. Pueden también ser considerados parte del sistema, los usuarios y los datos utilizados.	USGS

Fuente: ESRI, National Satellite and Information Service, Science and Engineering at the University of Edinburgh y USGS; citado por Nobrega (2002).

PROCESOS Y FUNCIONES

Los procesos y funciones de un Sistema de Información Geográfica, se dividen en dos partes: utilidad y aplicación, como se presenta en el esquema 2 (Nobrega, 2002):

1. Organización de datos: almacena datos como una mapoteca analógica, aunque es una mapoteca digital que cuenta con ventajas como la reducción del espacio físico y la posibilidad de producir copias sin pérdida de calidad, entre otras.
2. Visualización de datos: la posibilidad de seleccionar los niveles de información deseados, mostrando mapas temáticos de acuerdo con el contexto. Esto supera cualquier producto en papel.
3. Producción de mapas: los SIG poseen herramientas completas para la producción de mapas, tornándose bastante simple: la inclusión de grillas de coordenadas, escalas (gráfica y numérica), leyenda,

FAD | UAE México |
Año 7, N° 12 | Julio - Diciembre 2012

Introducción de la Geoinformática en las
Tecnologías de la información y comunicación TICS
M. EN EUR ARMANDO ARRIAGA RIVERA | pp 81-108

4. Consulta espacial: es una de las funciones más importante de los SIG. La posibilidad de preguntar cuáles son las propiedades de un objeto, vuelve la interacción -entre el usuario y los datos-, extremadamente dinámica y poderosa.
5. Análisis espacial: consiste en el uso de un conjunto de técnicas de combinación entre los niveles de información, para evidenciar patrones dentro de los datos. Es una manera de inferir significado, a partir de los datos que aparentemente están ocultos y que el especialista tiene que descifrar.
6. Banco de datos relacionales: está compuesto por tablas, donde almacena la información de los objetos. El contenido de una línea de la tabla, o registro, representa un objeto con todas sus características, y por tanto, cada objeto está relacionado a un registro. Cada columna o campo, se refiere a una propiedad o atributo de este objeto.
7. Previsión: Uno de los propósitos de los SIG es verificar escenarios, modificando los parámetros; de manera que al evaluar la problemática, establece patrones de comportamiento para generar medidas de solución para la toma de decisiones.



Esquema 2. Procesos y funciones de un SIG
Fuente: Elaboración propia, con base en autores.

Un ejemplo en el uso de los sistemas de información geográfica es el Atlas Urbano del Municipio de Calimaya, el cual empleó varios tipos de representación cartográfica para facilitar la comunicación y estandarización de la información, que permiten contextualizar el espacio geográfico desde diversos enfoques, generando conocimiento para explicar la distribución y localización de los procesos, dentro de su propio espacio social y físico. Las ventajas son muy diversas, proporcionando elementos descriptivos y analíticos para buscar el beneficio

social en la toma de decisiones. Esto se debe al nivel de abstracción del conocimiento y lenguaje utilizado, desde aspectos generales, hasta especializados (Arriaga, 2005:13), apoyado por las tecnologías de la información y comunicación TICs para su conocimiento a la población.

2.1.3 TELEDETECCIÓN

INTRODUCCIÓN

La teledetección comenzó en el periodo de 1946 a 1950, momento en el que se lanzaban desde Nuevo México los primeros cohetes americanos V-2 con pequeñas cámaras fotográficas instaladas en estos. A partir de ese instante se emplearon cohetes, misiles balísticos y satélites, para la toma de fotografías de la Tierra. Sin embargo, no eran el objetivo de las misiones, por lo tanto la calidad de las fotografías no era buena, sólo lo suficiente como para demostrar el verdadero potencial de la teledetección desde el espacio (UNA, 2009: 13).

La observación sistemática de la Tierra comienza hasta 1960 con el lanzamiento del TIROS-I, primer satélite meteorológico con una cámara de televisión de baja resolución espacial, que permitió a los meteorólogos discriminar entre nubes, agua, hielo y nieve. La serie de satélites TIROS, llamados NOAA a partir de 1970, continúa vigente en nuestros días, siendo el satélite NOAA-16, el último en órbita (UNA, 2009: 13).

La teledetección se hizo definitivamente patente con los primeros programas espaciales tripulados en la década de los 60's: Mercury, Gemini y Apolo. En las órbitas descritas por el Apolo 9, alrededor de la Tierra antes de alunizar, se llevó a cabo el primer experimento controlado de fotografía multiespectral para estudiar los recursos de la Tierra. Las fotografías fueron tomadas usando una película pancromática con filtros rojos y verdes, otra película en blanco y negro del infrarrojo próximo y una última en color (UNA, 2009: 13).

Los resultados óptimos obtenidos en el estudio de los recursos naturales terrestres, con las imágenes de los primeros satélites meteorológicos y las misiones espaciales tripuladas, condujeron a la NASA y al Departamento de Interior de los Estados Unidos, en 1967, a desarrollar el Programa de Observación ERTS (Earth Resources Technology Satellites), conocido comúnmente como LANDSAT. El primer satélite de esta serie fue lanzado el 23 de julio de 1972 y operó hasta el 6 de enero de 1978. Llevaba el sensor MSS (Multi Spectral Scanner) que medía reflectividades de la superficie en cuatro intervalos espectrales diferentes, situados entre 0.5 y 1.1 μm . Este proyecto ha resultado ser el más fructífero hasta el momento para aplicaciones no militares. El último satélite de esta serie ha sido lanzado el 15 de abril de 1999 (UNA, 2009: 14).

Las mejoras con respecto a su antecesor (LANDSAT 5) -que ya llevaba instalado un nuevo sensor, el TM (Thematic Mapper), con 7 canales que

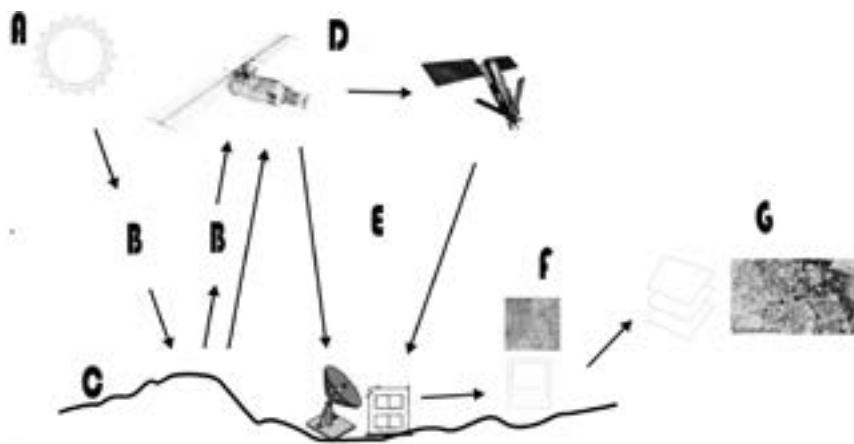
abarcaban desde el visible hasta el infrarrojo térmico y una resolución espacial de 30 metros-, se refieren principalmente a su mejor calibración, mayor almacenamiento de información a bordo y la adición de un canal en el pancromático con 15 metros de resolución espacial (UNA, 2009: 14).

Nuevas misiones y proyectos fueron diseñados para la observación terrestre y su atmósfera. Uno de los más relevantes fue el laboratorio espacial tripulado Skylab, lanzado en 1973, donde se probaría la mayor parte de la instrumentación que posteriormente sería ubicada en los diferentes satélites. En 1978, se lanzaban los satélites HCMM y el Seasat-1, este último disponía de un radar de apertura sintética. Le seguirían una larga lista, de los que destacan el SPOT francés, el MOS japonés, el RADARSAT canadiense, el IRS indio y el ERS de la Agencia Europea del Espacio. Ya para el siglo XXI la estación espacial internacional y los transbordadores espaciales, han contribuido notablemente al desarrollo de esta tecnología (UNA, 2009: 14).

CONCEPTOS BÁSICOS

En la actualidad podemos definir la teledetección como: “la ciencia y arte de obtener información acerca de la superficie de la Tierra sin entrar en contacto con ella. Esto se realiza detectando y grabando la energía emitida o reflejada y procesando, analizando y aplicando esa información” (Arbelo, 2009:1).

El proceso de teledetección involucra una interacción entre la radiación incidente y los objetos de interés. Un ejemplo de este proceso con el uso de sistemas de captura de imágenes, puede verse en el esquema 4 (Arbelo, 2009:1-2).



Esquema 4. Proceso de la Teledetección

Fuente: Elaboración propia, con base en autores.

A. Fuente de energía o iluminación. El primer requerimiento en teledetección es disponer de una fuente de energía que ilumine o provea energía electromagnética al objeto de interés.

B. Radiación y la atmósfera. Ya que la energía “viaja” desde la fuente al objeto, entrará en contacto e interactuará con la atmósfera. Esta interacción tiene lugar una segunda vez cuando la energía “viaja” desde el objeto al sensor.

C. Interacción con el objeto. La energía interactúa con el objeto dependiendo de las propiedades de éste y de la radiación incidente.

D. Detección de energía por el sensor. Necesitamos un sensor remoto que recoja y grabe la radiación electromagnética reflejada o emitida por el objeto y la atmósfera.

E. Transmisión, Recepción y Procesamiento. La energía grabada por el sensor debe ser transmitida -normalmente en forma electrónica-, a una estación de recepción y procesamiento donde los datos son convertidos a imágenes digitales.

F. Interpretación y análisis. La imagen procesada se interpreta -visual o digitalmente-, para extraer información acerca del objeto que fue iluminado (o que emitió radiación).

G. Aplicación. El paso final en el proceso de teledetección, se alcanza en el momento en que aplicamos la información extraída de las imágenes del objeto para un mejor conocimiento del mismo, revelando nuevas informaciones para resolver un problema particular, como por ejemplo el ámbito regional o urbano.

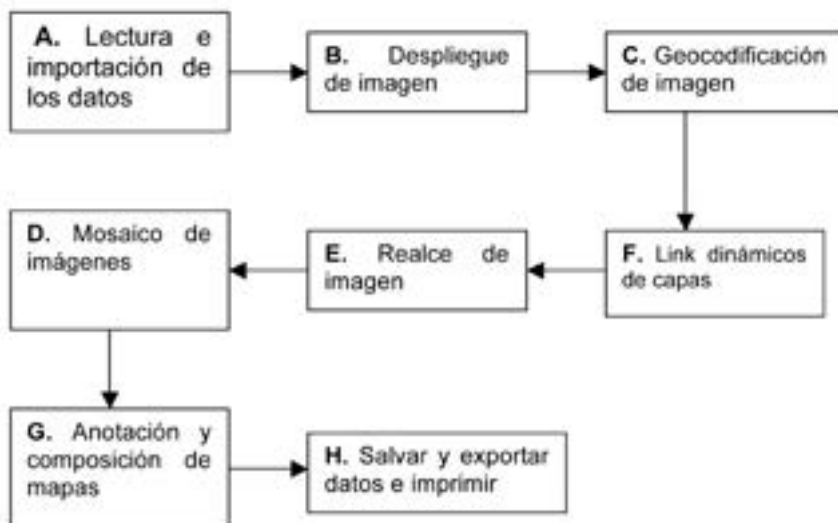
PROCESOS Y ANÁLISIS ESPACIAL

El procesamiento digital de imágenes, se refiere a la manipulación de los datos de imágenes almacenados en un formato digital. El objetivo del procesamiento de imágenes, aplicado a las ciencias de la tierra, es realzar los datos geográficos en un formato digital, para hacerlos más significativos para el usuario, además de extraer información cuantitativa y resolver problemas; como por ejemplo, los usos del suelo a nivel regional o urbano (Tutorial ER Mapper 6.8, 2001:17).

Una imagen digital es almacenada como un arreglo bidimensional o grilla de pequeñas áreas llamadas pixels (picture x elements), y cada pixel corresponde espacialmente a un área de la superficie terrestre. Este arreglo o grilla es también llamado *raster*, por lo tanto, los datos de imágenes, son a menudo llamados datos raster. El dato raster está ordenado en filas horizontales llamadas líneas y columnas verticales, llamadas muestras. Cada pixel en la imagen *raster* está representado por un número digital (ND) (*Earth Resource Mapping Pty Ltd*, 2001:17).

El procesamiento de imágenes se ha transformado en una importante herramienta para una amplia gama de mapeos en las ciencias de la tierra, análisis y modelado de aplicaciones; por ejemplo, mapeo y detección de cambios de usos y cubiertas de la tierra, explotación minera, planeación urbana, análisis regional y urbano, entre otros (*Earth Resource Mapping Pty Ltd*, 2001:18).

En el esquema 5, se observa el procesamiento de imágenes, desde la importación del dato -pasando por el procesamiento-, hasta el resultado final; siendo un proceso genérico en el tratamiento de imágenes.



Esquema 5. Procesamiento de imágenes

Fuente: *Earth Resource Mapping Pty Ltd*, 2001:22.

A. Lectura e importación de datos. El primer paso en el procesamiento de imagen, es leer el dato que se quiere utilizar. Comúnmente, el dato debe ser almacenado en un CD-ROM de disco magnético, u otro medio.

El dato de imagen *raster* es el usado para comenzar con las operaciones de procesamiento de la imagen. Típicamente, las fuentes incluyen imágenes satelitales, fotografías aéreas digitalizadas, modelos digitales de terreno (MTD) y datos de recursos geofísicos y sísmicos (*Earth Resource Mapping Pty Ltd*, 2001:23).

B. Despliegue de imagen. Después de importar el dato, el próximo paso, es usualmente desplegar la imagen en su monitor CRT para evaluar la calidad del dato y el área geográfica cubierta. Si el dato es de pobre calidad o no cubre su área de interés, puede decidir no seguir adelante e intentar obtener un dato mejor.

Sumado al despliegue del dato, puede ver información estadística respecto de éste. Las estadísticas son siempre buenos indicadores de la calidad de imagen. Puede calcular estadísticas para la imagen, tales como el valor principal para cada banda, y verlas en un formato de tabla. O puede ver información estadística en un formato gráfico usando herramientas como histogramas, diagramas de dispersión y perfiles transversales (Earth Resource Mapping Pty Ltd, 2001:24).

C. Geocodificación de imagen. Muchas veces el dato de imagen *raster* es suministrado en un estado original con errores geométricos. Cuando son requeridas medidas precisas de área, dirección y distancia, el dato de imagen debe ser usualmente procesado para remover errores geométricos o rectificar la imagen a un sistema real de coordenadas (*geo-referencia*). Puede ser:

- Alineación geométrica de imágenes para permitirles la superposición o solapamiento.
- Rectificación, es la corrección geométrica de imágenes *raster* para corresponder a una proyección de mapa mundial real y sistemas de coordenadas (tales como Latitud/ Longitud o Eastings/Northings).
- Ortorectificación, es un método más preciso de rectificación porque tiene en cuenta detalles del terreno y calibración por sensores (cámaras). (Earth Resource Mapping Pty Ltd, 2001:24).

D. Mosaico de imágenes. Un mosaico es un ensamble de dos o más imágenes traslapadas usadas para crear una representación continua del área cubierta por las imágenes (Earth Resource Mapping Pty Ltd, 2001:24).

E. Realce de imagen. Se refiere a alguna de las muchas maneras de operaciones de procesamiento de imágenes usadas para digitalizar el dato de imagen y adicionar interpretaciones visuales o información cuantitativa de importancia para el usuario.

Las operaciones típicas de realce de imagen son:

- Fusión de imagen (fusión de dato): combinar imágenes con diferentes calidades para sumar a la interpretación.
- *Colordrapping*: solapar un tipo de dato sobre otro para crear un despliegue combinado permitiendo el análisis de dos o tres variables.
- Realce de contraste: mejorar la presentación de imagen maximizando el contraste entre porciones luminosas y oscuras (o valores de datos altos y bajos) en una imagen, o iluminar un rango de dato específico o un área espacial en una imagen.

- Filtrado: realzar bordes, suavizar ruidos o iluminar o suprimir rasgos lineales o espaciales específicos en imágenes.
- Procesamiento de fórmula: aplicar operaciones matemáticas para combinar múltiples bandas de un dato de imagen o derivar información temática específica.
- Clasificación: agrupar estadísticamente o agrupar valores de datos de imagen en categorías temáticas o clases de rasgos distintivos.
- Balance de color: balancea los colores de las imágenes aerofotográficas de cada una, para que al momento de la unión entre cada una de las fotografías, las uniones entre ellas no se observen. (Earth Resource Mapping Pty Ltd, 2001:25).

F. Link dinámicos de capas. El Enlace Dinámico de datos *raster*, vectoriales o tablas (puntos), así puede acceder e integrar toda la información geográfica.

Los tipos de enlaces dinámicos incluyen:

- Enlazar a productos
- Enlazar con productos de la base de datos
- Enlazar con formatos de archivos externos (Earth Resource Mapping Pty Ltd, 2001:26).

G. Anotación y composición de mapa. La anotación le permite dibujar directamente sobre la pantalla utilizando texto, líneas, polígonos y otras herramientas de anotación y rellenar con colores específicos, sombreado, estilos de línea, utilizar símbolos definidos y mover objetos (Earth Resource Mapping Pty Ltd, 2001:26).

H. Salvar y exportar el dato e imprimir. Una vez completado el procesamiento del dato, se traslada el dato de imagen raster y vectorial a un formato de archivos externos estándar, o se imprime sobre 200 diferentes mecanismos de impresión y en cualquier impresora de Windows (Earth Resource Mapping Pty Ltd, 2001:27).

III. ALGUNAS APLICACIONES DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN TICs, EN LA GEOINFORMÁTICA

3.1 NUEVOS CONCEPTOS

Los nuevos conceptos de la geoinformática están fundamentados por las nuevas herramientas que utiliza actualmente desde la entrada,

captura, manipulación y salida de la información geográfica referenciada para su análisis y oportuna toma de decisiones. Ver tabla 5.

Tabla 5. Nuevos conceptos de la Geoinformática

Concepto	Definición
Spatial database	Es un sistema administrador de bases de datos que maneja datos existentes en un espacio o datos espaciales. La estructuración de la información espacial procedente del mundo real en capas conlleva cierto nivel de dificultad.
Programación SIG	Lenguaje de programación utilizada para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, que conlleva aun análisis espacial e integración de capas geográficas y bases de datos.
Cibercartografía	Se define como la organización, presentación, análisis y comunicación de toda la información que tiene y se genera sobre un espacio, respecto de una gran variedad de temas de interés para la sociedad.
GeoWeb	El SIG en la Web proporcionará muchas nuevas posibilidades para compartir, integrar y aventajar el conocimiento geográfico. Los profesionales en SIG harán cada vez más posible publicar sus datos, mapas, modelo de análisis espacial y visualizaciones en 3D como servicios para otros; para acceder y usar. Este creará una nueva forma de pensamiento acerca del SIG.

Fuente: Elaboración propia con base en autores.

3.2 LA GEOGRAFÍA EN LA PRAGMATICIDAD DE LAS TECNOLOGÍAS

Desde sus inicios, la geografía se ha concebido para ser aplicada, para resolver problemas dependiendo de cada objetivo en una aplicación distinta, y así surge el geógrafo explorador, cartográfico, investigador, desarrollador etc. (March, 2003: 4). Por lo tanto, actualmente, las tecnologías de la información y comunicación TICs, están contribuyendo al desarrollo de un mayor conocimiento en el espacio.

A través de la historia de la geografía, se han visualizado los cambios que han sucedido, tanto en la teoría como en el método; hasta llegar a la geografía actual donde recibe un impacto positivo de la tecnología. Ahora no es posible pensar en alguna actividad social y cultural del hombre que no esté relacionada con procedimientos computacionales, lo que le permite a la geografía desarrollar un papel activo como productora de soluciones socioespaciales (March, 2003:6).

La informática ha incrementado la información en cantidad, calidad y profundidad. Esto ha significado un cambio en la posibilidad de manejo de estas formaciones y de expansión de diversos campos geográficos. Sin duda, en el contexto en que se desarrolla la geografía -por su objeto de estudio y por el abordaje multiescala-, permitirá la originalidad y una posición estratégica en el campo científico frente a otras disciplinas de las ciencias humanas (March, 2003:6).

3.3 PERSPECTIVA DE LA GEOINFORMÁTICA

La geoinformática, por su característica de permitir el manejo de datos geo-referenciados a través de tecnologías desarrolladas sobre la base de la informática y la cartografía, se ubica en el ámbito de las ciencias espaciales, apoyada por las tecnologías de la información y comunicación TICs.

A lo largo de tres décadas, desde su aparición hasta nuestros días, la geoinformática ha provocado una verdadera revolución en los métodos, técnicas y procedimientos para la obtención de información geográfica. Las perspectivas que 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 informática, las cuales como motores generadores de cambios tecnológicos y metodológicos, están sometidas a un dinamismo que parece carecer de límites físicos (Flores, 1996:32).

La influencia sobre el desarrollo de la geoinformática pronostica a mediano plazo que 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 la difusión de la realidad virtual; herramientas que facilitarán la consolidación y el mejoramiento del cuerpo teórico y metodológico de la geografía y que le conferirá a esta ciencia aún más el carácter explicativo y prospectivo, lo cual consolidará a la geoinformática como paradigma para el óptimo manejo de la información espacial (Flores, 1996:32), a través de las tecnologías de la información y comunicación.

3.4 CONCLUSIONES

Algunas de las tecnologías de la información y comunicación TICs, están influenciando la actual tendencia de la geoinformática que hace que cada día se simplifiquen los procesos de análisis espacial, provocando que empresas y gobierno, entre otros, recurran a este tipo de tecnología para estar a la vanguardia y no quedar rezagados por la actual competencia, propiciada por la necesidad de comunicarse y transmitir conocimientos, porque, hoy el proceso de transmisión de información está en el ámbito del entorno multimedia, generado por sonido, voz, texto, mapas e imágenes además de la capacidad de trabajar conjuntamente a distancia, son una realidad.

Esta tecno-trasformación está cambiando los paradigmas de la cartografía y está haciendo que la internet sea un medio de difusión masivo de la información cartográfica, cada día más accesible a todo tipo de usuario sin tener que ser un especialista en el manejo de los SIG.

La lucha entre las grandes corporaciones internacionales que emplean esta tecnología en sus actividades diarias, les está brindando una gran ventaja entre sus rivales comerciales. Para el caso de México, son pocos los gobiernos que trabajan con estos medios, lo que provoca la falta de aprovechamiento y optimización de sus recursos humanos y económicos.

Principalmente la geoinformática o geomática se apoya de tres categorías fundamentales: la cartografía automatizada, los sistemas de información geográfica y la teledetección; estas tuvieron sus orígenes casi simultáneamente guardando sus características propias y complementándose entre sí, en diversas aplicaciones para el análisis espacial y una de estas es el ámbito regional y urbano.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOGRAFÍA

1. Arriaga, Armando (2005). *Atlas Urbano del Municipio de Calimaya, Modelo Cartográfico en la Planeación y Ordenación del Territorio*, Tesis de Maestría, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Arquitectura y Diseño, Facultad de Economía y Facultad de Planeación Urbana y Regional.
2. Dennis Stevenson (1997), *Tecnologías de Información y Comunicaciones en el Reino Unido; las escuelas, una investigación independiente*. Londres, Reino Unido.
3. *Earth Resource Mapping Pty Ltd. ER Mapper Tutorial*. 2001.
4. Flores R., Ernesto J (1996), *Geoinformática o Geomática. Origen y Perspectivas*. Ed. Geoenseñanza, México.
5. Flores R. José. "Geoinformática e investigación geográfica. Situación actual y perspectiva", Págs. 59-81. Rev. For. Lat. 36/2004
6. March María Alejandra (2003), *El Impacto de las Nuevas Tecnologías en la Geografía*. Párrafos Geográficos Año II núm. 2.
7. Suavita, Myriam y Flórez, Antonio. *La Percepción y la Comprensión en Cartografía Temática*. Ed. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Revista cartográfica N° 61. México. Enero-junio. 1992.

MESOGRAFÍA

1. Arbelo, Manuel. *Tutorial de teledetección*. I Introducción. webpages.ull.es/users/marbelo/rs1.pdf. 2009.
2. Díaz, Luis R. y Candeau, Rafael. "Características generales de los SIG": http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=733. 1997.
3. ESRI. "What is GIS?". <http://www.gis.com/whatisgis/index.html>. 25-08-2009.
4. Guinea de Salas, Alejandro. "¿Qué es la geoinformática?". La flecha, tu diario de ciencia y tecnología. Periódico digital. España. <http://www.linkedin.com/in/aguinea>. 02-09-2009. 2007.

5. INEGI. "Diccionario de datos vectoriales". Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/diccio/dicciogra.cfm?c=146> 24-08-2009
6. Mastermagazine Archivo. "Definición de CAD". <http://www.mastermagazine.info/termino/4142.php>. 2004.
7. García, Manuel. "La cartografía": <http://mgar.net/var/cartogra.htm>. 21-08-2009
8. National Satellite and Information Service. "GIS". <http://www.ngdc.noaa.gov/ngdc.html> 25-08-2009.
9. Norbert Aujoulat. "Lascaux Cave". Ministerio de Cultura Francés. <http://www.culture.gouv.fr/culture/arcnat/lascaux/en/>. 19-08-2009.
10. Nobrega, Rodrigo. *Tutorial de Arcgis en español*. Traducido al Español por Luis H. Retamal M. (Chile). http://www.gratisweb.com/arcgis/tav_conc_es.htm 24-08-2009. 2002
11. Núñez, Rodolfo. "Situación actual de las técnicas cartográficas en la producción de cartografía temática": http://www.mappinginteractivo.com/plantilla.asp?id_articulo=1327&titulo=&autor=&contenido=&tipo=. 24-08-2009. 2001
12. UNA, Escuela de Ciencias Ambientales. "Apuntes de Teledetección". <http://www.educa.una.ac.cr/files/>. 02-09-2009
13. UNAM. "Programa de asignatura optativa, Cartografía Automatizada 1". Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, Licenciatura en Geografía. México. www.filos.unam.mx/optativas/049_OPT_CARTOGRAFIAAUTOMATIZADA2.pdf. 24-08-2009. 2006
14. USGS. *Geographic Information Systems. What is a GIS?*. http://egsc.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster/. 25-08-2009. 2007
15. Robinson, Arthur H., Morrison, Joel L., Muehrcke Phillip C., Kimerling A. John y Guptill Stephen C. *Elements of Cartography*. Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, Chinchester, Brisbane, Toronto y Singapore. Sixth Edition 1995.
16. Sánchez, Lizbeht, Andrade, Rafael y Guillén, Luis (2006), *El uso de las TICs Tecnologías de la Información*. Ed. Alfaomega. México.
17. Science and Engineering at the University of Edinburgh. "What is GIS?". <http://www.geos.ed.ac.uk/geography/research/gis/>. 25-08-2009. 2003