

Sistemas de información, Geomática y Administración

Germán S. Monroy Alvarado*
Manuel A. Cortés Cortés*
Carmen Reyes Guerrero**



RESUMEN

En este trabajo se analiza la evolución y relevancia que para la administración, han tenido los desarrollos tecnológicos asociados con la computación, el manejo automatizado de datos y los sistemas de información, así como los asociados con las nuevas tecnologías de comunicación, es decir, con lo que en general se denomina la Tecnología de la Información (TI).

En la relevancia de esta relación, se destaca el surgimiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de la Geomática, como la Ciencia de los Sistemas de Información Geo-Espacial. La administración, como una de las ciencias sociales, al igual que todas las otras y muchas actividades humanas, se distingue porque sus procesos casi siempre tienen en general, contacto con dimensiones espaciales y/o geográficas, por lo que el impacto de la Geomática ha empezado a ser significativo en la solución de muchos de los problemas de la administración, ampliando las perspectivas de desarrollo de ambas.

*Profesores-Investigadores del Depto. De Producción Económica, DCSH, UAM-X.

**Directora del Centro SEP-CONACYT CentroGeo de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C.

ABSTRACT

This paper presents an analysis of the evolution and relevance that have had for management the technological developments associated to computers, automatic data handling, information systems, and the new communication technologies; developments known in general, as the Information Technology (IT).

Within the relevance of such relationship, it is underlined the emergence of the Geographic Information Systems (GIS) and the Geomatics, defined as the Science of the Geo-Spatial Information Systems. Management, considered as a social science, the same way that many others human activities, involves processes that almost always, have in general, contact with geographic and/or special dimensions, producing the beginning of a significant impact of the Geomatics in management problem solving, expanding the development of the perspectives of both activities.

Palabras clave: Sistemas, Sistemas de Información Geográfica, Tecnología de la Información, Geomática.
Keywords: Systems, Geographic Information Systems, Information Technology, Geomatics.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan algunos de los conceptos básicos de sistemas y cómo éstos, por un lado, interactúan con uno de los más importantes avances científicos y tecnológicos de las últimas décadas: la Geomática y, por el otro, cómo interactúan ambos con la Administración. Además, se describen algunos de los principales desarrollos logrados por uno de los grupos que en nuestro país ha impulsado el avance y aplicación de la Geomática: el Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo” A.C., con el fin de comenzar a construir puentes para la colaboración que coadyuve al avance y aplicación tanto de la Geomática, como de la Administración, en la resolución de problemas y en el enfrentamiento de sistemas de problemas que demanda el desarrollo de nuestras organizaciones y de nuestro país.

SISTEMAS

La Administración, como una de las ciencias sociales y al igual que muchas otras actividades científicas, tecnológicas y humanísticas, se ha visto influida por el amplio conjunto de conceptos de **sistemas** que se han desarrollado. Para facilitar el manejo de ese extenso conjunto de conceptos y ayudar a clarificar los conceptos mismos, ese amplio conjunto se ha dividido en tres subconjuntos: el de Interdisciplina y Participación, el de Enfoque y el de Metodología de Sistemas.

La Administración contribuye al desarrollo de las organizaciones teniendo como función sustantiva el coadyuvar a la resolución de problemas y a enfrentar sistemas

de problemas, buscando y utilizando, para la situación y contexto de que se trate, la selección de la combinación más apropiada de conceptos de cada uno de los tres subconjuntos anteriores.

En todo el quehacer de la Administración, los procesos de toma de decisión y de llevar a cabo las acciones que correspondan, juegan un papel primordial, el más significativo. Sin embargo, la toma de decisiones y las acciones deben interactuar con otros procesos, enmarcándose todos ellos como partes de un sistema más amplio que lo contiene y lo define, de un supra o meta sistema.

La Administración vista como sistema comprende los procesos de:

- Identificación y formulación de problemas
- Toma de decisión y de acción
- Control de la implantación de soluciones y de la operación
- Sistemas de información

Llevar a cabo todos estos procesos de manera continua, permanente e integrada, considerando todas las interrelaciones e interacciones entre ellos y con el contexto específico de la organización o parte de ella de que se trate, constituye un **Sistema de Administración**, que promueve la adaptación y el aprendizaje y, por tanto, el desarrollo del sistema y de su contexto.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Los Sistemas de Información en un Sistema de Administración, no pueden verse de manera aislada, se deben considerar interrelacionados e interactuando con los otros procesos antes explicitados, ya que esos otros procesos, vistos también como sistemas, requieren de datos e información

relevante, confiable y oportuna. Por su importancia en los procesos de decisión y en los Sistemas de Administración, así como por los avances tecnológicos alcanzados relativos a la computación y la comunicación, los Sistemas de Información han cobrado especial relevancia para la Administración. Pero, la Administración en sus procesos para coadyuvar en la solución de problemas, utilizando los conceptos sistémicos, busca dar a todos los procesos la dimensión más apropiada en el conjunto de todos los demás elementos del sistema de que se trate. Los Sistemas de Información manuales, mecanizados o combinados, deberán desempeñar la función que les corresponda de manera armónica, conjuntamente con los demás elementos de los supra o meta sistemas mayores que los contienen y los definen.

Los avances tecnológicos relacionados con la computación, tanto en hardware como en software, así como los desarrollados en áreas de las comunicaciones y telecomunicaciones, que también han estado fuertemente ligados a la computación, han llegado a ser tan significativos que han, poco a poco, adquirido identidad propia, conociéndose bajo el nombre de Tecnología de la Información (TI).

Con la Tecnología de la Información, los Sistemas de Información han podido tener una gran y significativa expansión, al facilitar cada vez más algunas de las tareas requeridas para su diseño, implantación, operación y control; procesos que como parte de Sistemas de Información, deben ser también partes de los sistemas mayores, que los contienen y definen, como se mencionó antes.

Los avances computacionales, que han facilitado el manejo bases de datos, así como de diagramas, imágenes y

gráficas, han impactado de manera significativa a los Sistemas de Información, ya que han confirmado el aforismo de que “una imagen vale más que mil palabras” y, por otra parte, la mayoría de los datos e información tienen un referencial espacial y/o geográfico, por lo que el despliegue de ellos ha dejado de expresarse meramente en términos alfa-numéricos, para enriquecerse más de manera visual. Así han surgido los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Desde hace aproximadamente tres décadas comenzaron a desarrollarse lo que ahora se conoce con el nombre de Sistemas de Información Geográfica (SIG); sin embargo, a la fecha es difícil pensar que existe una sola definición aceptada por todas las personas especialistas en este campo.

En general, las definiciones de los SIG contienen tres principales componentes; consideran que un SIG:

- Es un sistema computarizado que implica tanto el hardware (computadora y periféricos de entrada y salida, digitalizadores, plotters e impresoras), como el software (programas que hacen funcionar la computadora y procedimientos o técnica apropiados para la implantación de tareas).
- Usa datos o información con referencia espacial o geográfica.
- Realiza tareas de administración de esos datos, así como ciertos análisis con base en ellos, incluyendo su captura, procesamiento y despliegue.
- Algunos especialistas consideran que un SIG bien diseñado debe tener las capacidades para proporcionar:
 - Rápido y fácil acceso a grandes volúmenes de datos.

- Habilidades para:
 - Seleccionar detalles por área o tema
 - Ligar o mezclar conjuntos de datos
 - Analizar características espaciales de los datos
 - Buscar características, aspectos o peculiaridades particulares en un área
 - Actualización rápida y barata de datos
 - Modelización de (o con) datos y evaluación de alternativas
- Capacidades de salida o despliegue de resultados o datos apropiados a necesidades particulares (mapas, gráficas, listas de direcciones y estadísticas, entre otras).

Un SIG puede usarse para hacer más valiosos los datos espaciales. Un SIG transforma datos en información más útil para la toma de decisiones, a través de permitir la organización de datos y su visión o despliegue, su integración con otros datos, su análisis y la creación de nuevos datos o información que también pueda manejarse fácilmente. Un SIG puede entonces también describirse como una forma espacial de sistema de soporte a las decisiones.

La naturaleza de los datos que se usan y el énfasis especial y específico que se da al procesamiento e interpretación de ellos, caracteriza lo primordial de los SIG.

Un SIG ha sido visto por muchos (especialmente vendedores y proveedores de software) sólo como un paquete de software computacional. Ésta es una manera muy limitada de verlos y si bien en la actualidad existen SIG que utilizan desde sistemas de cómputo personales y portátiles, hasta sistemas de super-cómputo y multi-usuarios, como se ha dicho, un SIG debe incluir, además del sistema de cómputo (hardware y sistema operativo), del software y de los datos espaciales o geográficos, los procedimientos para

el manejo, administración y análisis de datos, y la gente para operarlo.

Un SIG no puede diseñarse de manera aislada de un área de aplicación, la cual tendrá sus propias ideas y procedimientos para enfrentar problemas; un SIG debe ser valioso dentro de todos estos procesos.

El software de todo SIG se ha diseñado para manejar datos espaciales o geográficos. Por datos espaciales se entiende aquellos caracterizados por su información relativa a posición y relación con otros aspectos y detalles de características no-espaciales, que también son datos o información no-espaciales, por ejemplo: localización en un mapa de determinadas instalaciones, digamos gasolineras en una colonia y el número de bombas con que cuenta cada una para despachar y atender a los clientes.

La selección de la referencia espacial de los datos para un SIG es de suma importancia, ya que escoger un sistema de referencia inapropiado puede restringir el uso futuro del SIG. El reto es escoger desde el principio del diseño un sistema referencial flexible y duradero.

Los SIG llevan en su nombre la íntima relación de uno de sus orígenes, la Geografía, la cual, junto con la Cartografía y otros avances científicos y tecnológicos, que en paralelo se lograron, permitieron la formalización y desarrollo de la Geomática.

GEOGRAFÍA Y GEOMÁTICA

La técnica o herramienta tradicional para almacenar y presentar datos espaciales, así como para analizarlos, es el mapa. El mapa ha sido uno de los fundamentos importantes de los SIG. El mapa ha sido fuente de datos, así como

también una estructura para almacenarlos y un instrumento de análisis y de despliegue. Por ello, los SIG toman como una de sus bases la Geografía. De esta interrelación comenzó a surgir el concepto de la Geomática. Sin embargo, muy rápido se detectó la necesidad de integrar también otras actividades científicas cuyos desarrollos habían estado aconteciendo de manera paralela y con significativos puntos de contacto, como son la Cartografía, la Geodesia y la Topografía.

La Geomática poco a poco comenzó a emerger con una conceptualización de integración sistémica más amplia: la Geomática, como las Ciencias de los Sistemas de Información Geo-Espacial.

En la Geomática, a partir de la Geografía y los SIG, se integran la Cartografía, la Geodesia, la Topografía, la Fotogrametría, la Percepción Remota, el Tratamiento Digital de Imágenes, así como los Métodos de Sistemas y las Matemáticas requeridas para enfrentar la modelación y solución de los problemas geo-espaciales.

En México, el Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C., también conocido como CentroGeo, es una institución integrada al sistema de investigación y educación SEP-CONACYT, con capacidades para la generación, transmisión y aplicación del conocimiento de estas áreas imprescindibles de fomento en nuestro país para la mejor solución de los problemas de nuestro desarrollo.

El Centro "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C., tras casi veinte años de actividades primordialmente orientadas al fomento de la Geografía, desde principios del año 1999 modernizó y amplió sus funciones para incluir la Geomática.

Desde entonces, el CentroGeo ha incorporado de

manera integral, para el desarrollo de sus funciones, las ciencias, las tecnologías y las artes de:

- La Geografía que, como una de las ciencias sociales, describe y explica tanto las características físicas y biológicas de nuestro planeta y de las poblaciones humanas, así como las relaciones que se dan entre éstas.
- Los Sistemas de Información Geográfica que, considerados de la manera amplia que antes se describió, han extendido su conceptualización para abarcar los constantes avances que la Tecnología de la Información aporta al campo, por lo que se considera que se está conformando el campo de la Geo-Computación, que contribuye a tener mejores Sistemas de Información Geo-Espacial.
- La Cartografía que, como el arte, la ciencia y la tecnología de construir o elaborar mapas, se integra al CentroGeo con la Geomática, como otra de sus partes fundamentales.
- La Geodesia, como ciencia que trata de la determinación de las dimensiones y forma de nuestro planeta Tierra, así como la localización de puntos sobre su superficie.
- La Topografía, como el arte, la ciencia y la tecnología para medir, procesar y difundir el tamaño, la posición, la forma y el contorno de cualquier terreno en, sobre o debajo de la superficie terrestre, a través de la elaboración de planos o mapas de nuestro medio ambiente.
- La Fotogrametría, considerada como la ciencia y técnica que permite la determinación de la forma y dimensiones de objetos sin estar en contacto directo con ellos, sino haciéndolo a través del uso de imágenes o fotografías.
- La puesta en órbita y operación de satélites artificiales en nuestro planeta, ha permitido la expansión del uso de imágenes captadas a través de ellos, extendiendo la posibilidad de los campos científicos y tecnológicos

conocidos como la Percepción Remota y el Tratamiento Digital de Imágenes, que por su importante significado se integran a la Geomática como parte fundamental.

- El manejo integrado de todos estos elementos, requiere de los conceptos básicos de sistemas: enfoque, interdisciplina y metodología. Dentro de esta última, papel de primordial importancia juegan las Matemáticas, para proporcionar las capacidades que permiten la construcción de modelos necesarios para las representaciones de la realidad, así como para la obtención de soluciones a los problemas que los procesos de la Geomática requiere para poder contribuir a los avances, por lo que se está conformando el campo de las Geo-Matemáticas, que se ha hecho indispensable incorporar en el CentroGeo.

GEOMÁTICA Y ADMINISTRACIÓN

Las aplicaciones de la Geomática se dan en innumerables áreas, ya que casi todo fenómeno natural y social tiene un referente geo-espacial. La Administración, como una de las ciencias sociales, no escapa a la necesidad de incorporar en su quehacer lo que la Geomática puede brindarle para ayudar a resolver de mejor manera los problemas.

A manera de ejemplo, aquí sólo se mencionan algunas de las áreas en que hay posibilidades de aplicación de la Geomática, del gran conjunto de todas ellas y en las que es evidente existen interacciones con la Administración:

- Ambiente Ecológico Global:
 - Recursos Naturales: Renovables, No-Renovables
 - Biodiversidad
 - Energía: Eléctrica, Eólica, Solar, Petro-Química

- **Arqueología: Localización y Conservación**
- **Infraestructura:**
 - Transporte, Distribución, Mercadeo y Comunicación
 - Almacenamiento y Distribución
 - Agua
 - Zonas de Riego y Temporal
 - Equipamiento Municipal
 - Catastro
 - Asentamientos e Instalaciones
- **Planeación, Administración y Ordenamiento Territorial:**
 - Urbano, Rural, Regional
 - Usos del Suelo
 - Industria Extractiva y de Transformación
 - Agricultura, Ganadería y Silvicultura
 - Turismo y Servicios
 - Desechos Físicos, Químicos y Orgánicos
 - Prevención, Detección y Mitigación de Riesgos
- **Planeación, Administración y Control de Sistemas**

De todas estas áreas, el CentroGeo ha dado mayor prioridad al apoyo de proyectos de Geomática relacionados con los problemas de ecología global, tanto a nivel nacional como internacional, apoyando a patrocinadores como la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y al Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), instituciones para las que se han desarrollado distintos proyectos, entre los que destacan la elaboración de Atlas Cibernéticos de regiones como Chapala y la Lacandona, herramientas multi-media para el fomento de la administración y planeación integral de dichas regiones.

En la actualidad, el CentroGeo ha ofrecido diplomados y cursos de especialización en materia de la

Geomática teórica y aplicada, y se planea la puesta en marcha de programas de estudios de posgrado, para contribuir a la formación de los especialistas de alto nivel científico y tecnológico que el país requiere en este campo.

Otra de las actividades del CentroGeo ha sido iniciar el diseño, construcción e implantación de una red interactiva que con el apoyo de Internet permita mantener comunicación entre instituciones, organismos, investigadores, educadores, capacitadores y especialistas relacionados con la Geografía y la Geomática a nivel nacional e internacional, para intercambiar conocimientos y experiencias.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Como la lista de áreas de aplicación arriba presentada lo muestra, las posibilidades futuras son muchas, y la intersección con áreas de aplicación de la Administración es amplia, por lo que es necesario fomentar el intercambio de apoyos mutuos que enriquezcan a ambas actividades, para que sobre todo, se contribuya a enfrentar de manera más eficaz y eficiente los problemas que el desarrollo de nuestro país plantea como retos a superar, teniendo a estas nuevas perspectivas e instrumentos como aliados con un gran potencial.

BIBLIOGRAFÍA

- Ackoff, R. L. (1999), *Re-Creating the Corporation- A Design of Organizations for the 21 Century*, Oxford U Press, N.Y.

- Checkland P.B. (1981), *Systems Thinking, Systems Practice*, Chichestre, Wiley, N.Y.

- Gharajedaghi, J. (1999), *Systems Thinking-*

Managing Chaos and Complexity, A Plataform for Designing Business Architecture, Butterworth-Heinemann, Boston.

- Heywood I., S. Corneluis, and S. Carvel (1998), *An Introduction to Geographical Information Systems*, Prentice Hall, New Jersey.

- Worboys, M.F. (1995), *GIS A Computing Perspective*, Taylor & Francis, London.