

COLABORACIONES CIENTÍFICAS DE OTRAS RAMAS DEL SABER

La geografía y los sistemas de información geográfica

INTRODUCCIÓN

La importancia que la implantación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha tenido en la Geografía ha sido un tema ampliamente debatido. Mientras para algunos, los SIG representan una simple herramienta, un programa de software mediante el cual el geógrafo puede llevar a cabo su trabajo, otros opinan que los SIG representan el único método de trabajo, establecido fuera de la Geografía y no reconocido plenamente por muchos geógrafos. Este grupo asegura, incluso, que los SIG, como método de trabajo geográfico, ya se aplica en muchas situaciones y actividades sin tener en cuenta a los geógrafos, mientras que, además, otras disciplinas dominan esta técnica y la proclaman como una forma de trabajo particular (Werner, 1998). Sin embargo, no cabe ninguna duda de que el conocimiento de procesos y fenómenos mediante la introducción de la tecnología que ofrecen los SIG —la cartografía digital junto a grandes bancos de datos y modelos espaciales— ofrece nuevas posibilidades y vías a la investigación y práctica geográfica (Peyke, 1996).

Los Sistemas de Información Geográfica pueden ser definidos desde distintas perspectivas (Clarke, 1997): Se entiende por tal “un poderoso conjunto de herramientas para reunir, introducir, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales procedente del mundo real para un conjunto particular de objetivos” (Burrough, 1986, p. 6). O bien se define como un “sistema compuesto por hardware, software y procedimientos diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados para la resolución de problemas de planificación y gestión” (NCGIA,

1990, p.3). O bien son considerados “programas informáticos específicos que poseen bases de datos constituidas por información espacial, la cual almacenan y gestionan tomando como referencia su localización exacta mediante coordenadas geográficas y representan de diversas formas con la elaboración automatizada de mapas (...) Los SIG utilizan información de carácter muy variado (estadísticas, fotografía aérea, mapas o textos), la representan por capas diferenciadas (que al superponerse dan como resultado mapas más complejos) y parten del principio de que el almacenamiento y la presentación de los resultados son dos procesos separados, con lo cual es posible obtener varios mapas a partir de una misma información” (Zoido et al., 2000).

DESARROLLO DE LOS SIG

La aparición y desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica significó una revolución para aquellas disciplinas que, como la Geografía, estaban dedicadas al estudio y análisis espacial del territorio (v. Bartelme, 1999). Podemos establecer varias etapas fundamentales en el desarrollo de los SIG:

- **Época pionera.** Los primeros SIG aparecieron en Canadá en la década de los sesenta (*Canadian Geographical Information System* – CGIS). Esta primera época del desarrollo de los SIG, como medio y método de trabajo estuvo hasta mediados de los setenta limitada a trabajos individuales y aislados de los impulsores del sistema en USA, Canadá y Europa. Época caracterizada por la práctica inexistencia de datos en formato digital así como por la menor capacidad de análisis y de representación gráfica de esta tecnología.

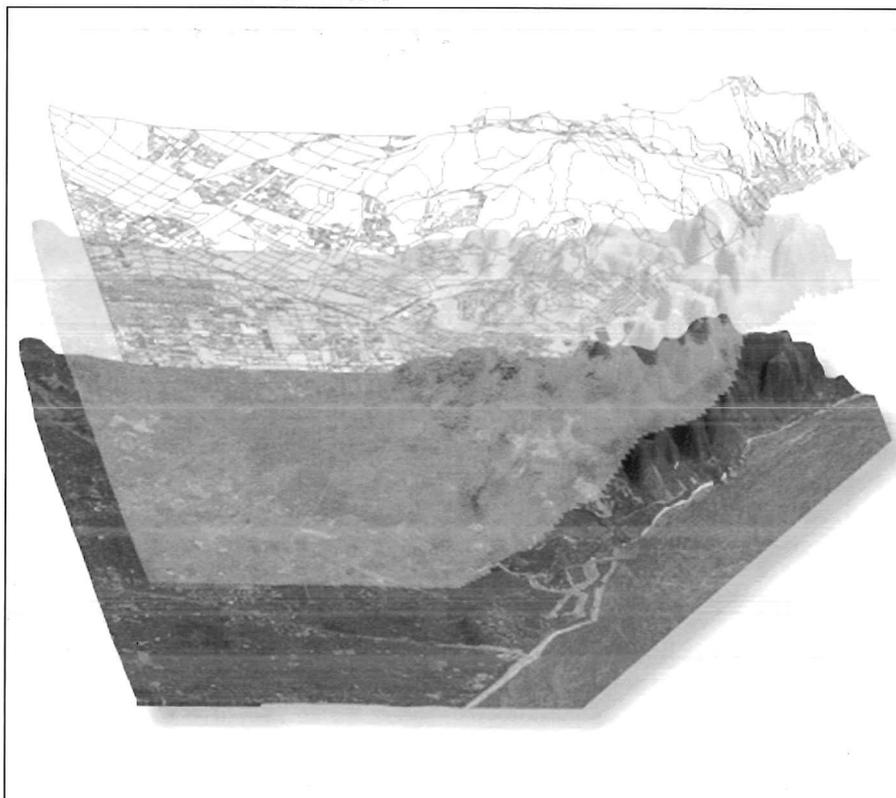
De comienzos de los setenta datan los mapas de análisis como el *Computer-Atlas* de Suiza, que entonces supuso una gran novedad.

Por otro lado, en los años sesenta se realiza por primera vez en el HLCGSA (*Harvard Laboratory Computer Graphics and Spatial Analysis*) la primera puesta en práctica de la teoría de Hettner (1927) con respecto a su idea de un esquema regional en el que se defina el proceso de separación y combinación de niveles de información por capas independientes. Esta técnica de capas superpuestas (Layer-Technik) es todavía hoy la base de la mayoría de los programas de SIG y facilita el acceso a este complejo proceso de análisis espacial.

- **Época de las instituciones.** A mediados de los setenta y comienzos de la década de los ochenta comienzan a introducirse los datos geográficos de forma legible en los ordenadores. Se crean en la *US Bureau of Census* recopilaciones de datos espaciales de datos demográficos de USA, mientras que la *US Geological Survey* recopila datos geológicos.

- **Época de las grandes empresas.** La evolución en las organizaciones estatales impulsó a los proveedores a ofertar las herramientas de análisis y creación de bases de datos que se demandaban. Surgen, de este modo, en la década de los ochenta, grandes empresas que actualmente cubren gran parte del mercado (ESRI (Environmental Systems Research Institute) con Arc/Info, INTERGRAPH, Compu-tervision y Synercom) (Coppock y Rhind, 1991).

- **Época de los usuarios.** La evolución se aceleró con el aumento de las potencialidades de los programas y el paralelo descenso del precio de las máquinas. Esta época trajo consigo también otro paso en el desarrollo de los SIG, que fue paulatinamente ajustándose a campos de aplicación específicos.



Visualización en 3D de una red de repetidores para telecomunicaciones.

• **Época del mercado de la información geográfica.** Nos movemos ahora en una época de gran difusión de la información geográfica. El desarrollo de las herramientas necesarias así como el acceso a las bases de datos geográficas es notable. Desarrollo de las máquinas, procesamiento y mantenimiento de las bases de datos así como de los métodos y teorías del análisis espacial que progresivamente está llevándose a cabo.

Sólo ya desde un punto de vista económico los SIG han generado un gran mercado ya que han supuesto un considerable aumento de la compra de equipamiento técnico, al tiempo que se han consolidado nuevas ramas de estudio en respuesta a la creciente demanda. Esta gran expansión de los SIG es reflejo de la actual revolución tecnológica enmarcada dentro de la llamada Sociedad de la Información y en relación con las nuevas formas de comunicación e información que ha registrado importantes repercusiones en el campo del trabajo y la vida cotidiana.

APLICACIONES DE LOS SIG: SIGNIFICADO E IMPORTANCIA EN LA GEOGRAFÍA

Existen multitud de campos de aplicación de los SIG que demuestran la gran utilidad y versatilidad de esta tecnología en muchos entornos de la vida y del trabajo, además de constituir una herramienta imprescindible para todas aquellas ramas y actividades que impliquen un componente geográfico, tales como los estudios de impacto ambiental, la gestión de recursos naturales o los análisis de redes.

Las aplicaciones se extienden desde la cartografía digital de usos del suelo y la cartografía automática del catastro de ordenación espacial, hasta los sistemas de información electrónica de planos urbanos y de carreteras, ligados a aparatos de navegación que pueden ser dirigidos por áreas desconocidas a través de modelos digitales de terreno. (Greve, 1997). Existen también SIG en áreas muy específicas, aplicados por personas que poseen una diferente formación, como empresas de

marketing y de publicidad, periódicos, seguros y empresas del ramo de la telecomunicación (Werner, 1998).

En el área de la Geografía, la implantación de los SIG ha significado una importante herramienta para el análisis, planificación y gestión del territorio y, por lo tanto, las posibilidades de aplicación son numerosas, pudiéndose destacar las siguientes:

- **Planificación urbana.** Es una de las aplicaciones con más alto índice de utilización por su carácter integrador. Requiere una gran variedad de información, como base cartográfica, estado de las edificaciones, recursos urbanos, usos del suelo, situación medioambiental, redes de transporte urbano, alcantarillado, catastro, etc., por lo que los SIG ofrecen una excelente herramienta para el análisis de esta información tan diversa y su posterior tratamiento.

- **Estudios de mercado.** Utilizados para el estudio y análisis de las posibilidades de nuevas localizaciones comerciales mediante la evaluación de las características tanto económicas como demográficas de determinadas zonas.

- **Catastro y ordenación territorial.** Tomando como base la cartografía catastral y la conexión con una base de datos alfanumérica, así como la inclusión de nuevas capas de información se posibilita el conocimiento y análisis de aquellas temáticas relacionadas con la ordenación del territorio (Catastro de bienes inmuebles). Estas aplicaciones son denominadas *Land Informations System* (LIS) en los países anglosajones.

En España, el SIC (Sistema de Información Catastral), creado a finales de la década de los ochenta, consta de "un inventario de datos y descripciones de los bienes inmuebles rústicos y urbanos, con expresión de superficies, situación, linderos, cultivos o aprovechamientos, calidades, valores y demás circunstancias físicas, económicas y jurídicas que dan a conocer la propiedad territorial y la definen en sus diferentes aspectos y aplicaciones" (Mas, 1991, citado por Comas, 1995, p. 9).

- **Gestión de recursos naturales.** Se trata de aquellas aplicaciones cuyo principal objetivo es conocer y analizar la distribución de los recursos naturales (minerales y energéticos) sobre el territorio y que facilitan el conocimiento del posible impacto que determinadas actividades puedan ejercer sobre el medio así como establecer un mejor gestión de los recursos naturales.

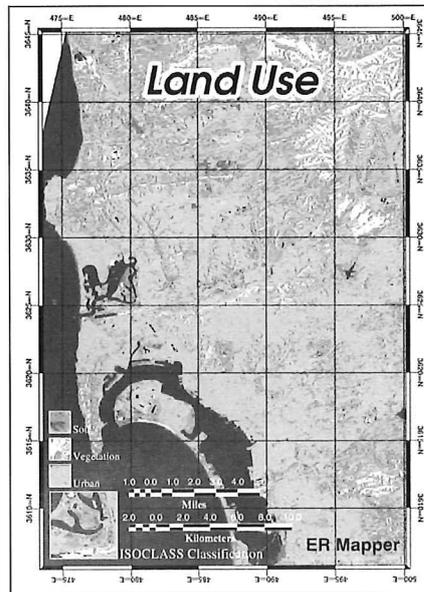
- **Redes de transporte.**

- **Análisis demográficos.** Como la utilización de los SIG en la elaboración y tratamiento de los Censos y estadísticas de población.

- **Usos del suelo agrario.** La introducción de SIG permite y facilita la manipulación, el proceso y transcripción de trabajos empíricos que de otra manera sería imposible, especialmente en el campo del análisis de la localización espacial de los usos del suelo. Un primer y gran avance en el conocimiento de la situación de la información sobre los usos del suelo agrario la proporcionaron los sistemas de teledetección. Con la implantación de los SIG se permite integrar la información de las imágenes de satélite proporcionadas por el sistema de la teledetección con otra serie de capas o niveles de información, como por ejemplo los datos meteorológicos del área de análisis o las condiciones edáficas, para planificar el tipo de explotación agrícola adecuado o las condiciones y procesos que explican las actuales. (por ejemplo, el Programa Corine para el caso español, o el CGIS, *Canadian Geographic Information System*).

- **Estudios de Medio Ambiente.** El conocimiento de las repercusiones que las actividades económicas puedan tener sobre el medio ambiente local, regional, nacional y mundial y la creciente necesidad de análisis y planificación va acorde con el objetivo de conservación y mantenimiento del equilibrio natural, impidiendo o evitando cualquier alteración que afecte al equilibrio ecológico y asegurando una explotación sostenible del medio ambiente, por lo que son múltiples los estudios aplicados al tratamiento de los temas relacionados con las activida-

des económicas y su impacto sobre el territorio (Evaluación de Impacto Ambiental - EIA).



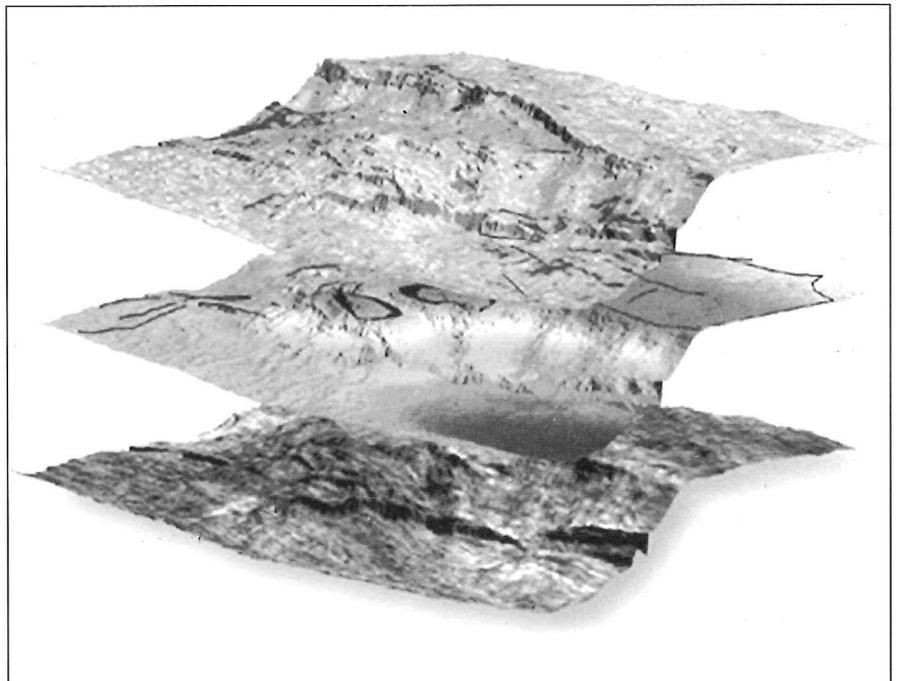
Mapa de la región de San Diego generado a partir de los datos del satélite Landsat.

Aunque no todas las aplicaciones realizadas por medio de un SIG suponen una actividad perteneciente a la Geografía, sin embargo, sí que hay una estrecha relación entre la forma del proceso de tratamiento de la información en la disciplina geográfica y el realizado por un SIG. Entendiendo el método geográfico

como el proceso de “recopilación y explicación de los hechos como un modelo de relaciones y disposición en la superficie terrestre” (Bartels, 1970) y la utilización de un SIG como proceso de “recopilación, tratamiento, análisis y presentación de datos espaciales” (Bill, 1999), la relación puede llegar a ser incluso más estrecha que la existente entre la tradicional relación entre geografía y cartografía, con respecto a los métodos de trabajo en la elaboración del mapa y la interpretación cartográfica (Greve, 1997).

Una de las cuestiones que se han planteado es qué contribución aporta esta herramienta para el trabajo del geógrafo y qué puede y debe aportar la Geografía para el desarrollo y utilización de este sistema. El conocimiento de la cartografía, sobre todo de la cartografía temática supone una importante cualificación del geógrafo. La exigencia de modelos de representación más complejos y de métodos de análisis acercan la relación entre SIG y Geografía.

Hasta qué punto tiene que dominar los SIG un geógrafo para satisfacer las demandas externas, el mercado de trabajo externo y las necesidades de estrategias de profesionalización es un tema debatido en foros internacionales.



Interpretación de datos sísmicos en 3D.

La introducción de un SIG lleva consigo la necesidad de un modelo regido por la abstracción del espacio, donde será necesaria la elección de un modelo espacial, la selección de información e indicadores, así como el análisis y valoración en base al modelo espacial elegido. La Geografía no sólo tiene la oportunidad sino la obligación de implicarse y aportar su punto de vista y su método para, en base a éstos, conseguir una utilización crítica y reflexiva sobre la utilización de los modelos y análisis espaciales.

Otra importante cuestión de debate es qué hace un geógrafo, qué hace él, especialmente, con los SIG; así como el papel que desempeña la "G" en un SIG. Para entenderlo se debe explicar cómo un SIG en un método de trabajo claramente geográfico (Werner, 1998).

La actividad puramente descriptiva de la Geografía es una idea tradicional que no responde a la realidad actual. Lo que determina esencialmente la profesión de geógrafo es el conocimiento de las relaciones espaciales y los procesos que las explican. Sin embargo, es la descripción detallada del territorio y no la interrelación entre los distintos factores lo que parece ser prioritario desde algunas esferas. Las diferentes interrelaciones espaciales ocurren en nuestra mente y no es otra cosa que un SIG mental (Werner, 1998). Un proceso mental que exige un conocimiento de procesos y fenómenos, aportados por la Geografía.

Por otro lado, "GIS makes the World go round" (Saurer/Behr, 1997). La globalización de la economía y la sociedad ha llevado consigo la necesidad de un mayor conocimiento de información regional, pues al mismo tiempo que las consecuencias globales son la suma de hechos regionales; recíprocamente, las actividades regionales, tienen repercusiones a nivel suprarregional.

CONCLUSIÓN

El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica está siendo

notable y su impacto a diferentes niveles es un hecho. Por un lado, la normalización de las bases de datos y el incremento de información espacial en formato digital y, por otro, la integración de otras tecnologías de la información y la comunicación como los multimedia o los GPS (*Global Position System*) permiten una mejor representación y análisis de la realidad geográfica.

Con el desarrollo en el campo tecnológico y el desarrollo de la red internet, aparecen multitud de nuevas aplicaciones que se extienden a la vida cotidiana, así como se incorpora el acceso a usuarios no expertos.

Paralelamente surgen nuevas formaciones relacionadas con el tratamiento de la información espacial, donde, sin embargo, no está muy definido qué porcentaje de participación y qué provecho obtiene la Geografía de estas innovaciones, como es el caso, por ejemplo, de las nuevas titulaciones de medio ambiente.

En el campo de la Geografía se han experimentado importantes transformaciones con la utilización de las tecnologías en el tratamiento de la información. Esto ha llevado consigo que muchas actividades sean más efectivas, al tiempo que se abren nuevas posibilidades en el desarrollo de nuevos métodos de análisis que conduzcan a una mayor conocimiento geográfico y que deben ser tenidos en cuenta en la formación curricular de los estudiantes, como ya es un hecho en algunos países del mundo anglosajón.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Bartelme, N. (1999): Geoinformatik: Modelle, Strukturen, Funktionen. Heidelberg.
- Bartels, D. (1970): Wirtschafts und Sozialgeographie. Neue Wissenschaftliche Bibliothek 35. Berlin.
- Bill, R. (1999): Grundlagen der Geoinformationssysteme. 2 vols. Paperback.
- Burrough, P.A. (1986): Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford: Clarendon Press.

- Clarke, K. C. (1997): Getting Started with Geographic Information Systems. New Jersey: Princeton Hall.
- Comas, D y Ruiz, E. (1993): Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica. Barcelona: Ariel.
- Coppock, J.T. y Rhind, D.W. (1991): "The history of GIS". En: Maguire, Goodchild y Rhind: *Geographical Informations Systems: Principles and Applications*. Harlow, Longman, vol.1, pp. 21-43.
- Greve, K. (1996): Geoinformationssystem oder Geographisches Informationssystem? Die Bedeutung von GIS für die Geographie. En: *Karlsruher Geoinformatik-Report 1/96*. núm.18, año 10.
- Nogia (National Center for Geographic Information and Analysis) (1990): Core Curriculum. Santa Bárbara. Universidad de California.
- Peyke, G. (1996): Objektorientierte Geographische Informationssysteme; GIS, Internet und Geographie in Ihrer Wechselbeziehung. En: *Karlsruher Geoinformatikreport 1/96*, núm. 18, año 10. Karlsruhe.
- Ruiz Pérez, M. (1996): "Aplicación de los SIG a la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental". En: *El impacto ambiental en el planeamiento urbanístico*. COAM, pp. 49-76.
- Werner, M. (1996): Geographie und Gis im Internet. En: *Karlsruher Geoinformatik-Report 1/96*, núm. 18, año 10.
- Werner, M. (1998): Geographische Informationssysteme. Eine Einführung. Stuttgart. Begleitmaterial zur Vorlesung WS 97/98 y WS 98/99.
- Zoido, F. et al. (2000): Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio. Barcelona: Ariel.

DIRECCIONES WEB GENERALES SOBRE GIS

- <http://www.gisportal.com/>
- <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc>
- <http://www.usgs.gov/research/gis/title.html>
- <http://www.edvz.sbg.ac.at/geo/unigis/unigis.htm>
- <http://www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/contents.html>

Blanca Azcárate Luxán

*Dpto. de Geografía
Facultad de Geografía e Historia*