

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS: ORIGEN Y PERSPECTIVAS

ALFONSO RUBIO BARROSO

Director General Adjunto ESRI España Geosistemas, S. A.

JAVIER GUTIÉRREZ PUEBLA

Profesor Titular de la Universidad Complutense de Madrid
Director del Aula de GIS

Resumen: Los Sistemas de Información Geográfica constituyen uno de los campos más dinámicos y novedosos de aplicación de la Informática, con un indudable efecto en la sociedad. En el presente artículo se examinan sus orígenes y estado actual, haciéndose especial énfasis en la situación española.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica, Análisis espacial, Cartografía digital, Información espacial.

Abstract: Among the fields of applied computation, Geographic Information Systems are one of the more dynamic nowadays, with a clear impact in society. The present article covers the origins, state of the art and trends, with special emphasis in the Spanish situation.

Key words: Geographical Information Systems, Spatial Analysis, Digital Cartography, Spatial Information.

¿QUÉ ES UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO?

Estamos preparando las vacaciones. Hemos decidido recorrer una determinada región y planeamos el viaje. Buscamos los temas de nuestro interés que *se encuentran* en dicha región: monumentos históricos, museos, paisajes, etc. Los agrupamos por *cercanía* en etapas que podamos recorrer en un día. *Dentro* de las poblaciones que vamos a visitar buscamos hoteles. Estudiamos las carreteras (si vamos en coche) que nos permitan *acceder* de un punto a otro. En resumen, estamos manejando información alfanumérica: las características de un hotel o de un lugar de interés, junto con su *posición* espacial (dónde están) y sus *relaciones espaciales* (qué cerca está,

qué carreteras conectan, etc.). Este tipo de preguntas combinadas es común a muchas áreas de actividad: desde el planeamiento urbanístico hasta las decisiones de dónde abrir una nueva tienda o cómo planificar una ruta de reparto.

Como todas las actividades se han venido realizando mediante la utilización de medios convencionales: mapas, guías, listados, inventarios, etc., y los análisis, es decir, la combinación de dichas informaciones para extraer conclusiones se realiza en la mente de la persona que está realizando el trabajo. Sin embargo, en este terreno, como en tantos otros, la utilización de herramientas informáticas ha proporcionado nuevos medios para abordar el problema: los Sistemas de Información Geográficos (GIS: Geographic Information Systems). Los Sistemas de Información Geográficos tienen dos componentes fundamentales:

- Un modelo de datos en el que se almacenan las características de los objetos geográficos de forma similar a como se almacenan en una base de datos convencional (de hecho, muchos sistemas emplean sistemas de gestión de base de datos convencionales), junto con información posicional (coordenadas) y las relaciones entre los distintos objetos (qué está conectado a qué, o junto a).
- Una colección de funciones que nos permiten interrogar a la base de datos y obtener respuestas, bien en base a listados o a imágenes: mapas.

Una característica esencial de los sistemas de información geográficos es que intentan capturar en su modelo de datos la realidad, y no una imagen determinada de ésta. Por ejemplo, en una ciudad tendremos el contorno de los edificios y en la base de datos atributos como el número de alturas, el tipo de uso (público, privado, educacional, etc.), su fecha de construcción o su valor. De esta forma, y sin modificar la información, podemos obtener imágenes que nos representen desde una visión histórica de la ciudad, hasta los volúmenes de edificación, o las dotaciones de equipamiento en los distintos barrios. Esta es la distinción fundamental entre los sistemas GIS y los sistemas CAD (Computer Aided Design), con los que podemos dibujar en nuestro ordenador cualquiera de los mapas anteriores, pero que nos exigirían prácticamente rehacer el trabajo para pasar de una a otra imagen.

Aunque los sistemas GIS se han popularizado recientemente, la idea de utilizar herramientas informáticas para manejar entidades con componente espacial es bastante antigua. De hecho, está aceptado que el inventario forestal de Canadá, realizado en la segunda mitad de los años 60 bajo la dirección de Roger Tomlinson, fue la primera aplicación real, en la que se pusieron las bases de muchos de los conceptos que todavía seguimos apli-

cando. Por otra parte, el trabajo realizado en los primeros años 70 en el Laboratorio de Análisis Espacial de la Universidad de Harvard, fue el caldo de cultivo en el que se formaron personas que después han liderado el desarrollo de la industria como Jack Dangermond o Scott Morehouse (ESRI), David Sinton (Intergraph) o Bruce Rado (ERDAS).

Durante los años 70 se comenzó la aplicación de los GIS a problemas específicos, como el planeamiento o el impacto ambiental, pero fue a principios de los años 80, con la aparición de ordenadores con terminales gráficos, cuando cristalizó una industria, especialmente con la aparición de ARC/INFO como producto comercial en 1982. El paso de la década de los 80 a los 90, con la popularización de las estaciones de trabajo UNIX, proporcionó, por primera vez, una plataforma adecuada para desplegar toda la potencia de los GIS, aunque con unas barreras de precio que los han restringido a aplicaciones técnicas profesionales. La reciente popularización de los sistemas Windows de 32 bits, con prestaciones tanto gráficas como de proceso comparables a las estaciones de trabajo, nos permiten prever una popularización de la tecnología, porque ¿quién no necesita un GIS?

CÓMO FUNCIONA UN GIS

Como hemos dicho antes, la tecnología de los GIS tiene dos componentes: el modelo de datos y las herramientas de consulta. Vamos a examinar estos componentes con más detalle.

MODELOS DE DATOS

Vectorial topológico

Es el modelo de datos más clásico. En él se distinguen tres tipos de entidades básicas: puntos, líneas y polígonos. Los arcos se conectan en nodos y los polígonos están compuestos por arcos, de forma que todas las entidades mantienen relaciones topológicas: los arcos que están conectados a un nodo, el arco que constituye la frontera común entre dos polígonos, etc. Cada entidad tiene, además, un registro asociado en la base de datos.

Este tipo de datos es muy flexible, ya que para cada tipo de datos se puede asociar una estructura. Por ejemplo, si tuviésemos la base de datos de una ciudad podríamos aplicar el modelo siguiente:

<i>Capa</i>	<i>Estructura</i>	<i>Atributos</i>
Parcelario	Polígonos	Edificado o no, tipo de uso, público o privado, etc.
Planeamiento	Polígonos	Edificabilidad, usos permitidos, etc.
Instalaciones (farolas, semáforos...)	Puntos	Tipo, potencia, marca, fecha de instalación
Red de agua	Líneas	Diámetro, material, presión
Jardines	Polígonos	Vegetación, riego...

Este modelo de datos, a pesar de su evidente flexibilidad, tiene ciertas limitaciones a la hora de representar entidades complejas, como una carretera que está compuesta de varios tramos, o una línea compartida por varios niveles de información. Por ello en años recientes ha aparecido una serie de extensiones, como tipos de datos complejos, que permiten modelar este tipo de entidades.

Vectorial no topológico

El modelo anterior tiene claras ventajas, pero obliga a mantener no sólo las entidades, sino sus relaciones y, aunque los sistemas tengan herramientas que nos permiten automatizar estas tareas, estamos imponiendo un claro sobrecoste. Por ello se ha desarrollado una versión simplificada en la que sólo se almacenan las entidades. Aunque esto facilita la creación y el mantenimiento, limita el tipo de aplicaciones que se pueden realizar con el sistema.

Raster

Las estructuras vectoriales son muy adecuadas para ciertos tipos de información, redes de suministro, divisiones administrativas, redes de transporte, tipos de cultivo, etc. Es decir, variables que tienen una definición geométrica clara. Sin embargo, hay otras variables que tienen una definición continua: la temperatura, el relieve, la contaminación van variando de forma continua. Para ellas se utiliza la representación raster.

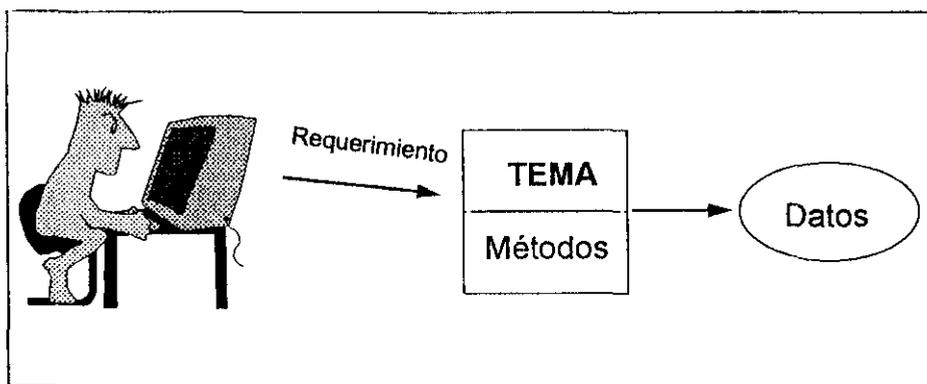
Una representación de datos raster divide el espacio en cuadrículas del tamaño que defina el usuario, y a cada cuadrícula se le asigna un valor. Este tipo de representación tiene la ventaja de poder acercarse a la variable que deseamos representar tanto como queramos, pero, por contra, a más

precisión, mayor es la ocupación de espacio en disco, y aunque existen algoritmos de compresión, la representación raster siempre ocupa más espacio que la vectorial.

¿Qué modelo de datos utilizar?

Durante la pasada década se ha desarrollado una polémica sobre las ventajas del modelo vectorial frente al modelo raster, o sobre las ventajas de la topología frente a las entidades aisladas u objetos. Esta polémica venía impuesta por las limitaciones de los equipos, que estaban más adaptados a un tipo de representación que a otro, más que porque existan ventajas absolutas de un tipo de representación. Es más, para cada tipo de información existirá un tipo de modelización que se adapte mejor. Los Sistemas de Información Geográfica modernos se caracterizan por poder manejar tanto uno como otro. De hecho, la potencia de un sistema de información geográfico va a venir definida, entre otras cosas, por los diferentes modelos de datos que pueda manejar.

Sin embargo, la riqueza de modelos de datos conlleva una mayor complejidad de manejo en los sistemas, ya que cada tipo de datos tiene unos procedimientos de manipulación diferentes. Con el fin de facilitar el manejo a usuarios no expertos se aplican conceptos de programación orientada a objetos, dando lugar a lo que se ha definido como el *GIS basado en temas*. Esta tecnología consiste en asociar o *encapsular*, con cada tipo de datos, los métodos adecuados para su manipulación. De esta forma, el usuario se despreocupa del tipo de representación interna de cada tipo de datos, limitándose a enviar requerimientos o *mensajes* que el tema sabrá interpretar. Simplemente puede ocurrir que cierto procedimiento no se pueda utilizar contra determinado tema, pero ya nos advertirá el sistema.



UTILIDADES

La potencia de un GIS está en las utilidades o análisis que se pueden realizar con la información. Las más básicas pueden ser:

Representación dinámica

Como ya se ha dicho, en un GIS se almacena la posición de los objetos (coordenadas) y sus propiedades (atributos). La representación dinámica es la capacidad de determinar la forma gráfica en función de los atributos. Por ejemplo, si tenemos la red de carreteras de un país, podemos representarla por su clasificación administrativa (nacionales, autonómicas, etc.), por la fecha de construcción, por el nivel de tráfico o por los accidentes que se han producido el último año. Todas estas representaciones se realizan sin modificar la base de datos, sino como respuesta a preguntas. Varios usuarios pueden acceder a la misma base de datos y obtener imágenes diferentes según sus necesidades.

Consulta combinada

En un GIS podemos acceder a la información por criterios alfanuméricos, geográficos, o por una combinación de éstos. Por ejemplo, podemos seleccionar los cultivos de un cierto tipo que están en un área determinada, o los solares edificables en una cierta área de una ciudad.

Operaciones topológicas: buffer, overlay

La verdadera potencia de los GIS se demuestra en las operaciones en que hacemos intervenir no sólo la posición y los atributos, sino las relaciones espaciales entre las distintas entidades. Por ejemplo, si tenemos los tipos de suelos y los cultivos en una determinada zona podemos combinar estas informaciones para realizar recomendaciones sobre qué cultivos serían idóneos. O combinando los riesgos naturales con el uso del suelo, investigar qué localizaciones tienen riesgo de inundación y recomendar una relocalización.

Análisis de redes

En un GIS podremos realizar análisis como cálculo de caminos mínimos, conectividad en redes eléctricas o accesibilidad en redes de transporte.

APLICACIONES DE LOS GIS

La capacidad de tratar de forma conjunta las propiedades de los objetos junto con su localización espacial es de uso general, y en realidad resulta más difícil discernir en qué campos no serían de utilidad que sus campos de aplicación. De hecho, están siendo aplicados en actividades muy diferentes.

ESTUDIOS Y ANÁLISIS

Son el campo original de aplicación. Estudios como el impacto ambiental, la planificación urbanística, los estudios de viabilidad, la utilización de recursos naturales, hacen un uso extensivo de los Sistemas de información geográfica.

INVENTARIOS Y CATASTROS

La capacidad de almacenar las entidades espaciales (parcelas), junto con sus atributos (propietario, uso, etc.), convierten a los GIS en la tecnología idónea para servir como soporte a los grandes inventarios: catastro, cultivos, censos, etc. De hecho, actualmente la mayoría de estos inventarios están siendo realizados con la ayuda de los GIS y las administraciones públicas se han convertido en los principales usuarios. En España, organismos como el Ministerio de Hacienda, el Instituto Nacional de Estadística, el Ministerio de Agricultura o el de Fomento están realizando grandes proyectos GIS.

SERVICIOS PÚBLICOS

Las compañías de servicios públicos (Electricidad, Teléfonos, Abastecimiento de aguas, Saneamiento...) tienen que gestionar grandes redes sobre el territorio. Operaciones como mantenimiento, reparaciones, calidad de servicio, o inclusive la atención a clientes, se basan en tecnología GIS.

GEOMARKETING

El Geomarketing es una de las últimas áreas de aplicación de los GIS. Operaciones como la expansión de una cadena de franquicias o las espe-

cialización de una red bancaria tienen un fuerte componente geográfico. Las entidades bancarias deciden qué oficinas dedicar a productos para empresa, en función del mercado potencial en su entorno. Las cadenas de comida rápida abren nuevos establecimientos en entornos en los cuales exista una oferta de ocio que atraiga al público juvenil.

Un dato importante es la tendencia a agruparse en barrios y urbanizaciones de personas con un estilo de vida similar. Este hecho, unido a la necesidad de enviar mensajes diferenciados a distintos perfiles de población, ha dado lugar al micromarketing geográfico.

Ocio

La popularización de la informática, con el ubicuo PC y las nuevas redes de información, que ya llegan a muchos hogares, han llevado su utilización como plataforma de aplicaciones de ocio, desde las más lúdicas (juegos) hasta ser el soporte de guías turísticas, y todas estas aplicaciones tienen un componente geográfico que, aunque actualmente se resuelve mediante imágenes más o menos estáticas, es previsible que utilicen tecnología GIS en un futuro cercano.

LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS GIS: EL PROBLEMA DE LA INFORMACIÓN

La puesta en marcha de un sistema GIS, frente a otros sistemas informáticos, tiene un condicionante especial: no se puede hacer nada sin información. Si queremos poner en marcha un sistema para gestionar una ciudad no sólo tendremos que adquirir equipos y software, sino que será necesario cargar en el sistema todos los edificios, viales, mobiliario urbano, planificación urbanística, etc. Es un problema similar al que tendría el que adquiere un automóvil en un país sin carreteras. Y como la red de transporte, la carga de información tiene un coste muy elevado. De hecho, se estima en cifras que van desde el 50% hasta el 95%, especialmente en proyectos de gran envergadura.

Éste no es un problema fácil, ya que el coste está ahí. La única forma de paliarlo es promover la disponibilidad de datos a nivel público, pero para que esto sea eficaz es necesario, por una parte, que los esfuerzos de automatización de la información se hagan previendo que pueda ser de uso general, con el sobrecoste que esto supone, y por otra parte implementando mecanismos que faciliten el acceso del público a dicha información. Tanto en un aspecto como en el otro, nos queda todavía un gran camino que recorrer.

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS. EVOLUCIÓN DE LOS GIS

La evolución de los Sistemas de Información Geográficos en el futuro cercano va a venir condicionada por dos fuerzas: las tendencias en la tecnología informática y la propia madurez en su uso.

En cuanto a la tecnología informática, en los últimos años hemos asistido a dos evoluciones: el PC ha pasado de ser un sistema limitado a proceso de texto y hojas de cálculo a poder procesar todo tipo de aplicaciones, gracias a sus mejores prestaciones gráficas y a su aumento de potencia. Al ser una plataforma universal, tenemos que la mayoría de los usuarios informáticos tienen el equipamiento hardware necesario para poder manejar un GIS. Por otra parte, la potencia y la facilidad de uso de las comunicaciones han aumentado en varios órdenes de magnitud, permitiendo un acceso fácil y rápido a cualquier fuente de información, bien en redes corporativas o públicas.

Por su parte, los Sistemas de Información Geográficos han superado claramente las primeras etapas de la implantación, siendo sistemas fiables y con personal especializado capaz de obtener el máximo rendimiento. Además, en la primera mitad de los 90 se ha realizado un gran esfuerzo en muchas organizaciones para transformar la información en papel a formato digital.

Todo esto nos indica claramente la tendencia: pasar de ser sistemas para un departamento de especialista a *convertirse en una componente más de los sistemas de información de las organizaciones*, accesibles a todos los usuarios. Concretando, podemos definir como grandes tendencias:

- Una arquitectura cliente/servidor, en la cual se distingan claramente las funciones de almacenamiento y recuperación de la información de las de explotación y análisis.
- La aparición de servidores de información GIS con las mismas características de los sistemas de información corporativos actuales: gestión eficiente de grandes volúmenes de información, mecanismos de seguridad, acceso multiusuario con cientos de puestos, etc.
- Especialización del puesto cliente, ofreciendo soluciones para el no especialista fáciles de manejar y con interfaces de usuario intuitivas, junto con puestos más potentes para usuarios más avanzados.
- Arquitectura abierta, que permita una integración completa con otras aplicaciones en la misma plataforma.

Esta evolución se está dando ya de hecho, con lo que podemos esperar en los próximos años el que los Sistemas de Información Geográficos sean una tecnología tan habitual como las hojas de cálculo o los procesadores de texto.

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN ESPAÑA

El sector de los SIG en España es todavía relativamente joven, pero se están produciendo un conjunto de cambios que pueden interpretarse como indicios de que va alcanzando un cierto grado de madurez. Esta apreciación se basa en datos que provienen de distintos campos:

- Cada vez son más las organizaciones que están incorporando esta tecnología. A los tradicionales usuarios de estos sistemas (administración, empresas consultoras, compañías gestoras de redes de infraestructuras básicas) se ha unido —cada vez con más fuerza— el sector del geomarketing.
- La oferta de información geográfica en formato digital, aunque insuficiente, es cada vez mayor y ya no está «monopolizada» por los organismos de la administración, sino que en este segmento de mercado también participan algunas compañías privadas.
- Por último, cada vez son mayores las posibilidades de formación de personal cualificado, debido a que se ha producido una proliferación de cursos sobre SIG y de libros sobre esta tecnología escritos en español por autores españoles.

Haremos un rápido repaso por todos estos campos (mercado, datos disponibles y formación) para mostrar la situación actual del sector y los cambios que se están produciendo.

EL MERCADO DE LOS SIG

España se incorporó algo más tarde que otros países europeos a la tecnología SIG, pero ese retraso inicial se está viendo en parte compensado por unas elevadas tasas de crecimiento. Aunque no existen datos muy fiables al respecto, se estima que a finales de los años ochenta la tasa de crecimiento del sector GIS en España se encontraba muy próxima al 100% anual. En la primera mitad de los noventa, dentro de un ciclo de recesión y en el contexto de un mercado algo más maduro, dicha tasa se situó en torno al 30%, claramente superior a la media europea.

La mayor parte del mercado español de los SIG corresponde a la Administración y el sector de las infraestructuras básicas. Varios ministerios, numerosas consejerías de las comunidades autónomas y un número creciente de ayuntamientos utilizan estos sistemas para resolver problemas de muy distinta índole. Las empresas que realizan proyectos para la administración también utilizan con frecuencia esta tecnología. En el sector de las infraestructuras básicas (redes de abastecimiento de agua, electricidad, telefonía, etc.) el uso de estos sistemas se encuentra asimismo muy arraigado.

En cuanto al geomarketing, pueden destacarse a modo de ejemplo dos grandes proyectos, acometidos por un gran grupo del sector del petróleo y un gran banco, respectivamente. El primero es un proyecto para mejorar la gestión comercial de los centenares de estaciones de servicio de una empresa, distribuidas por todo el territorio español. Se trata de un sistema de ayuda a la decisión del que forma parte un conocido software SIG. El sistema, basado en la inteligencia artificial, ayuda a tomar decisiones en cuestiones como la búsqueda de localizaciones óptimas para nuevas gasolineras o la forma en que las instalaciones existentes pueden captar más clientes.

El segundo constituye uno de los proyectos pioneros en Europa dentro del sector de la banca. El Sistema de Información Geográfica de este gran banco se está utilizando con éxito para tareas como la selección de localizaciones para nuevas sucursales o cajeros automáticos, la delimitación de las áreas de influencia de las sucursales existentes y la selección de los clientes más atractivos para realizar determinadas operaciones. El sistema se fue implantando de forma gradual debido al gran volumen de información que era necesario manejar. Así, después de trabajar experimentalmente en dos áreas piloto (una ciudad satélite de Madrid y Cataluña, respectivamente), el proyecto se extendió al resto del territorio español.

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DISPONIBLE

Uno de los principales problemas para la difusión de la tecnología SIG es el de la disponibilidad de datos: los datos en formato digital son escasos y generalmente caros. Ésta es una queja que se escucha en multitud de países y, por supuesto, también en España. Es un hecho destacable el que la administración ya no es el único productor de información geográfica, pues las empresas privadas han comenzado a incorporarse al negocio de la producción de datos geográficos digitales. Algunos de los organismos y empresas que ofrecen información geográfica son los siguientes:

a) Instituto Geográfico Nacional y Servicio Geográfico del Ejército

En España existen dos organismos oficiales, uno civil y otro militar, encargados de producir cartografía básica para todo el territorio nacional: el Instituto Geográfico Nacional y el Servicio Geográfico del Ejército. Aunque la mayor parte de la información geográfica que ofrecen está todavía en formato analógico, cada vez es mayor (aunque sigue siendo insuficiente) el volumen de información digital que ponen a disposición del público.

b) Instituto Nacional de Estadística

Es el gran suministrador de información temática (atributos) a nivel nacional. Para facilitar el acceso a la información censal (a nivel de municipios) el INE ha producido un CD-ROM con los límites de los municipios y su correspondiente información temática.

c) Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria

En 1989 el Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria comenzó su proyecto de informatización del catastro del que ha resultado el SIGCA (Sistema de Información Geográfica del Catastro). Debido al extraordinario volumen de datos que es necesario incorporar en el sistema, los trabajos se encuentran todavía en fase de ejecución, pero ya es posible disponer de información catastral en formato digital sobre un gran número de municipios españoles.

d) Comunidades Autónomas

Los gobiernos regionales también producen información cartográfica y temática sobre sus correspondientes territorios. La situación es muy distinta en las diferentes Comunidades Autónomas. Entre las Comunidades que ofrecen una información más completa figuran Cataluña (Institut Cartogràfic de Catalunya), el País Vasco (Departamento de Urbanismo, Medio Ambiente y Vivienda), Madrid (Consejería de Economía) y Andalucía (Agencia del Medio Ambiente).

e) Empresas privadas

Las empresas privadas están ofreciendo datos listos para utilizar. En concreto la compañía ESRI-España ha digitalizado los callejeros de todas las ciudades españolas de más de 100.000 habitantes y también ofrece datos en formato digital sobre los municipios españoles.

FORMACIÓN

Cursos

A finales de los años ochenta existía una oferta muy reducida de cursos de SIG en España, que se limitaba casi exclusivamente a los cursos de entrenamiento sobre software específico ofrecidos por algunas empresas su-

ministradoras. Pero durante la primera mitad de los noventa se ha producido una espectacular proliferación de cursos, gracias sobre todo al esfuerzo de las universidades. El hecho de que durante esta época se haya elaborado la reforma de los planes de estudio de las universidades españolas ha sido decisivo, ya que ha permitido incorporar cursos sobre SIG, teledetección y cartografía automática en diversas licenciaturas, pero especialmente en la de Geografía. Así, por ejemplo, los estudiantes de Geografía de la Universidad de Complutense de Madrid pueden cursar dentro de su plan de estudios tres asignaturas sobre Sistemas de Información Geográfica. Pero además varias universidades españolas ofrecen cursos de postgrado sobre Sistemas de Información Geográfica, con una duración variable. Se trata de cursos en general mucho menos teóricos que los ofertados para alumnos de licenciatura, más orientados a preparar a los estudiantes para su incorporación en el mercado de trabajo. Aunque la mayor parte de estos cursos son de tipo introductorio, algunas universidades (como la de Alcalá de Henares o la Complutense de Madrid) ofrecen cursos que superan las 300 horas de duración. Es importante señalar que algunas empresas distribuidoras de software han favorecido de forma decisiva la difusión de los Sistemas de Información Geográfica en las Universidades mediante la firma de convenios, como por ejemplo los suscritos por ESRI-España con las Universidades Complutense y Politécnica de Madrid.

Libros

Hasta hace muy pocos años, aquél que en España quería adentrarse en el campo de la tecnología SIG tenía que recurrir forzosamente a la bibliografía escrita en otros idiomas (sobre todo en inglés), con constantes referencias (fuentes, proyectos) a otros países. La situación ha cambiado radicalmente y hoy existe una relativamente amplia gama de libros sobre SIG publicados por autores españoles. Sin duda, éste es un hecho que habla del gran dinamismo del sector de los SIG en España. Así, en el intervalo que va desde 1992 hasta 1996 han aparecido los siguientes libros en el mercado español:

AESIG (1992): *Diccionario glosario de términos SIG*. Madrid, Estudio Gráfico Madrid.

BARREDO, J. I. (1996): *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid, Ra-Ma.

BOSQUE, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Rialp.

BOSQUE, J.; ESCOBAR, F. J.; GARCÍA, E., y Salado, M. J. (1994): *Sistemas de Información Geográfica. Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI*. Madrid, Ra-Ma.

- CALVO, M. (1993): *Sistemas de Información Geográfica digitales. Sistemas geomáticos*. Vitoria, Instituto Vasco de Administración Pública y Fundación EUSKOIKER.
- CEBRIÁN, J. A. (1992): *Información Geográfica y Sistemas de Información Geográfica*. Santander, Universidad de Cantabria.
- (1994): *GIS Concepts*. Cáceres, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Extremadura.
- COMAS, D., y RUIZ, E. (1993): *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona, Ariel.
- FELICÍSIMO, A. M. (1994): *Modelos digitales del terreno*. Oviedo, Pentalfa.
- GONZÁLEZ, R. (1994): *Diccionario de términos SIG*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- GOULD, M. (ed.) (1994): *El uso de los Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, ESRI-España.
- GUIMET, J. (1992): *Introducción conceptual a los Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Estudio Gráfico Madrid.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J., y GOULD, M. (1994): *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Síntesis.
- OTERO, I., et al. (1995): *Diccionario de cartografía, topografía, fotogrametría, teledetección, SIG, GPS y modelos digitales del terreno*. Madrid: Ediciones de las Ciencias Sociales.
- SEGÚI, J. M., y RUIZ, M. (1995): *Prácticas de análisis espacial*. Barcelona, Oikos-tau (contiene un largo capítulo dedicado a los Sistemas de Información Geográfica).

A esta larga relación habría que añadir la traducción llevada a cabo por la Universidad de las Islas Baleares en 1993 del conocido libro *Understanding GIS: the ARC/INFO Method*.

COMENTARIOS FINALES

El futuro de los SIG en España es esperanzador. Si durante la recesión económica el mercado mantuvo unas tasas de crecimiento relativamente altas, parece razonable pensar que cuando mejore la situación de la economía el sector SIG experimentará una importante reactivación. Pero probablemente ya no será la administración el motor principal de ese crecimiento, debido a la política de restricción del gasto público que parece imponerse inevitablemente en España. Posiblemente sean las empresas privadas las que en mayor medida dinamicen el mercado, particularmente en el sector del geomarketing.