

# La formación de profesionales de los Sistemas de Información Geográfica en España\*

DAVID COMAS  
VILA  
PERE PUJOL  
CAUSA

52

El punto de partida de este artículo es un hecho avalado por la mayoría de especialistas en la introducción de los SIG en varios tipos de organizaciones: el mayor reto que plantea la introducción de los SIG en una institución en los años noventa no es de orden tecnológico ni financiero, sino de orden organizativo y educativo. El grado de desarrollo de la tecnología suele satisfacer en buena medida las necesidades de los usuarios, a costes cada vez más asequibles, con un número creciente de bases de datos geográficos. Los factores tecnológicos han pasado a tener en los años noventa una importancia relativa frente a la permanencia de las dificultades organizativas y de formación (Antenucci y otros 1991, Huxhold 1991, Ponn 1993)

Una de las razones de la complejidad de la puesta en marcha de un SIG es que este es un proceso necesariamente político, en el sentido que atañe a la relación entre personas, entre departamentos y entre instituciones. En primera instancia la adopción de una nueva tecnología suele significar que sus usuarios

deben aprender a realizar sus tareas de una manera diferente. Cualquier organización debe evolucionar para aplicar satisfactoriamente una nueva tecnología, pero cuando es tan «reactiva» y corporativa como los SIG el grado de innovación puede llegar a modificar el funcionamiento general de toda la organización.

Con la puesta en funcionamiento de un SIG los flujos de información geográfica varían y aparecen nuevos individuos que pasan a ejercer control sobre la información, sobre su distribución y utilización. Información es poder y el poder derivado de controlar la información territorial va a parar al departamento que financia y gestiona el SIG. En este sentido la tecnología SIG tiene una importante vertiente política porque el control sobre los sistemas de información centralizados tiende a aumentar el poder de los expertos que pueden y saben manejar el sistema, a expensas de los que no pueden o no saben hacerlo (Aronoff 1989).

La tendencia natural de un departamento ante la puesta en marcha de un SIG es seguir controlando su propia información. Si, por poner un ejemplo frecuente, el departamento de urbanismo de un Ayuntamiento tiene los únicos mapas actualizados de las redes de

servicios del municipio puede controlar el acceso y la utilización de esta información. Puede controlar la información incluso en el caso de tener que facilitarla a otros departamentos. Pero si estos mismos mapas de las redes de servicio están en la base de datos del SIG, cualquier usuario autorizado por el departamento de informática puede acceder directamente al mapa. El control del acceso a la información geográfica suele cambiar de manos y de procedimientos, con lo cual se produce un importante trasvase del poder político entre los departamentos de una institución.

En definitiva, la introducción de un SIG en una organización genera expectativas y recelos, algunos desmesurados, que pueden ser mejor comprendidos mediante la formación de los profesionales. La adecuada formación de los profesionales ligados a los SIG es una medida necesaria para facilitar su adaptación a esta nueva tecnología y a su vez facilitar el éxito de la puesta en marcha del sistema en la organización.

## La demanda de profesionales de los SIG

La formación sobre los SIG comprende una serie de actividades dirigidas a preparar profesionales capaces de hacer funcionar los SIG correctamente,

(\*) Este trabajo ha sido publicado de forma más extensa en la obra de COMAS y RUIZ (1993) y se reproduce aquí con el permiso de la editorial Ariel.







de modo que satisfacen a la vez las necesidades del mercado laboral y las ansias de formación de estos profesionales. Nos aproximaremos a la demanda a partir de caracterizar someramente el sector de los SIG, los perfiles profesionales, la demanda laboral y los retos educativos que se derivan.

### El sector de los SIG

A pesar de los escasos datos existentes sobre el mercado laboral, podemos hablar a nivel internacional de tres grandes sectores que demandan profesionales de los SIG. En primer lugar la administración pública, en segundo lugar las empresas privadas y en tercer lugar las empresas de servicios públicos, en aplicaciones como las que se recogen en el cuadro 1.

En Norteamérica se estima que cada uno de los tres segmentos representa alrededor de un tercio del mercado. En España a principios de los años '90 las empresas privadas que usaban los SIG representaban aproximadamente un 10 por ciento del sector de los SIG, mientras que la administración pública representaba el 40 por ciento-50 por ciento, las empresas de servicios públicos como gas, agua o electricidad el 30 por ciento-40 por ciento y las universidades el 10 por ciento, siempre en cuanto a volumen de negocio.

Esta composición del sector en España a principios de los años noventa indica el protagonismo de la Administración Pública y las empresas de servicios públicos en la demanda de bienes y servicios relacionados con los Sistemas de Información Geográfica, incluyendo la contratación de profesionales.

Las Administraciones Locales británica y estadounidense son casos particulares muy bien estudiados, que nos permiten conocer algunos detalles de interés. En el caso británico, comprendiendo desde la administración regional hasta la administración comarcal, en el año 1991 un 16 por ciento de la administración local había puesto en marcha un SIG, cifra que podría ascen-

**Cuadro 1**  
**Grandes sectores potenciales de uso de los SIG**

<b>ADMINISTRACION PUBLICA</b>
Planificación territorial
Recursos naturales
Usos militares
Gestión catastral
Transportes
Obras públicas
Planes de emergencia
Localización de servicios
<b>EMPRESAS PRIVADAS</b>
Explotación de gas y petróleo
Extracciones mineras
Estudios de mercado
Valoración de suelos
Logística y distribución
<b>SERVICIOS PUBLICOS</b>
Redes eléctricas
Redes telefónica
Redes de gas
Redes de agua
Redes de alcantarillado

der hasta el 25 por ciento en el año 1992, siempre según el estudio de Campbell y Masser (1992, p. 534). Estos datos coinciden a grandes rasgos con los de otros estudios similares realizados en Estados Unidos, lo cual refuerza su representatividad. Este porcentaje representa en los casos británico y estadounidense cientos de administraciones locales, miles de millones de inversión en equipos informáticos, decenas de empresas de servicios y, por supuesto, cientos de profesionales que se han especializado en los Sistemas de Información Geográfica.

Los estudios realizados en Gran Bretaña y Estados Unidos también coinciden en señalar un hecho aún más importante, por su posible trascendencia futura. La mayoría de las instancias de la Administración Local desean poner en marcha un SIG e identifican dos tipos de problemas que lo impiden: la falta de

financiación y la falta de personal cualificado. La falta de personal cualificado ha sido la demanda que ha aparecido con mayor frecuencia desde mediados de los años ochenta y en este sentido no es ninguna demanda novedosa.

La novedad de las demandas laborales reside a la vez en el mayor grado de exigencia y en su actualidad, aun después de varios años de formar nuevas promociones y reciclar técnicos en activo. Durante algunos años, a partir de la «etapa expansiva» de los últimos años ochenta, las empresas y las universidades ofrecieron cursos y más tarde material didáctico a pesar de desconocer con detalle la demanda del mercado laboral (Toppen 1991, Gittings, Healey, Stuart 1993) y por tanto tendieron a cubrir las necesidades generales. El efecto de estos cursos ha sido positivo porque los estudiantes mejor preparados han contribuido en su vida profesional a hacer avanzar el sector. A pesar de sus efectos, e insistimos en que aquí yace la novedad, aún perduran en los primeros años noventa demandas de personal cualificado.

Las demandas se agrupan en dos perfiles bastante concretos: los administradores de la información y los analistas de aplicaciones o usuarios especializados. A continuación revisaremos el abanico de perfiles profesionales, entre los cuales se encuentran los dos mencionados.

### Los perfiles profesionales

Nos parece útil definir los perfiles profesionales que puede requerir un Sistema de Información Geográfica a partir de los respectivos requisitos de formación, a fin de situar en su justo lugar la demanda laboral del mercado. En base al trabajo de Toppen (1991) distinguiremos tres grandes tipos de perfiles profesionales, a partir de las tareas relacionadas con el funcionamiento de un SIG: administrador, usuario y desarrollador. Cada una de estas figuras precisa unos conocimientos específicos, que quedan definidos por los diferentes



Cuadro 2  
Puestos de trabajo y formación requerida

Campo de conocimiento	Administrador			Usuario		Desarrollador
	A	B	C	A	B	
Gestión empresarial	3	1	—	—	—	—
Informática-Licenciatura	—	3	3	—	—	—
Informática-Programación	—	1	2	3	—	3
Geografía, planificación, análisis espacial	—	—	—	3	3	—
SIG - Teoría, conceptos	1	2	1	3	2	2
SIG - Aplicaciones	1	2	2	3	2	1
SIG - Entrenamiento	—	—	—	3	3	—

Administrador: A. General; B. Sistemas; C. Información Geográfica

Usuario: A. Especialista; B. Ocasional;

Grado de importancia del campo de conocimiento: — Ninguna importancia; 1: Poca importancia; 2: Importante; 3: Importancia máxima

Los diferentes perfiles profesionales relacionados con un SIG requieren una formación diferenciada. En el cuadro se pondera desde 0 hasta 3 la importancia del campo de conocimiento en la formación de cada tipo de perfil profesional.

campos de conocimiento que intervienen en su formación, siendo los más habituales la gestión empresarial, informática, geografía, ordenación del territorio, la teoría sobre los SIG y el entrenamiento en el *software* a utilizar (Toppen 1991). El cuadro 2 caracteriza la relación entre los tres perfiles profesionales y los campos de conocimiento de su formación.

El administrador se encarga de gestionar las cuestiones generales, como puede ser la relación de los distintos departamentos de la organización con el SIG, el cumplimiento de los objetivos y la planificación del proyecto. Otra tarea propia del administrador es el mantenimiento del sistema informático en general, regulando el acceso de diferentes usuarios, la protección de datos o las copias de seguridad y también el buen funcionamiento del Sistema de Información Geográfica. La figura del administrador del SIG puede estar en algunos casos a cargo de una sola persona o, en las organizaciones medias y grandes desdoblarse hasta llegar a tres especialistas: el administrador general, el de los sistemas y el de la información geográfica.

El administrador general necesita conocimientos de gestión empresarial complementados con la formación equivalente a un postgrado sobre los SIG. El administrador de los sistemas debe reunir el perfil de un graduado en informática y tener conocimiento de los SIG a través de algún curso introductorio. El administrador de la información geográfica debe tener un conocimiento profundo del sistema y ser a la vez un técnico informático, además de tener buenos conocimientos geográficos, pudiendo haber complementado sus conocimientos técnicos o disciplinarios a través de un postgrado o un master.

El usuario se caracteriza por aplicar la información geográfica a sus tareas departamentales. Este será el grupo masivo de profesionales relacionados con los SIG a finales de los años 90, pudiendo diferenciar dos perfiles. El primero es el usuario ocasional del perfil de un arquitecto, un geógrafo o un economista, que se caracteriza por usar el sistema esporádicamente y por requerir entornos de trabajo informáticos muy amigables y simplificados. El usuario especializado es un profesional que trabaja diariamente con los SIG para aplicarlos a

sus quehaceres laborales. Se le considera un analista de aplicaciones puesto que entiende las necesidades temáticas específicas de un departamento o un proyecto y a la vez conoce a fondo el funcionamiento técnico del sistema.

El usuario especializado es un profesional de la ordenación territorial caracterizado por haber recibido cursos de SIG dentro de la carrera y en cursos de alta especialización a nivel de postgrado o master, incluyendo técnicas de programación informática y una sólida base teórica sobre los SIG. El usuario ocasional es un profesional ligado a la ordenación del territorio y el medio ambiente, que ha recibido educación elemental sobre los SIG durante sus estudios, como formación interna de su organización o mediante un curso intensivo.

El desarrollador es un técnico informático cuya tarea es crear o adaptar el sistema para satisfacer las necesidades de los usuarios y administradores. Normalmente no tiene tanta sensibilidad por la aplicación temática de la información, dado que debe concentrarse mucho más en las cuestiones técnicas.

#### La demanda del mercado laboral

El mercado laboral no necesita por igual, ni valora por tanto por igual, todos los perfiles profesionales anteriores. Tal como avanzábamos durante los años noventa se confirma de forma clara la necesidad de dos perfiles por encima del resto: los administradores de la información y los analistas de aplicaciones o usuarios especializados.

Los administradores de la información son requeridos como garantes de la calidad e idoneidad de la base de datos geográficos generadas. Se les suele pedir que dominen a fondo la teoría y la práctica de los SIG a la vez que otras tecnologías de la información relacionadas, así como metodologías de ingeniería de *software* como por ejemplo el diseño estructurado (Gittings, Healey, Stuart 1992) e incluso un conocimiento sólido sobre la elaboración de cartogra-

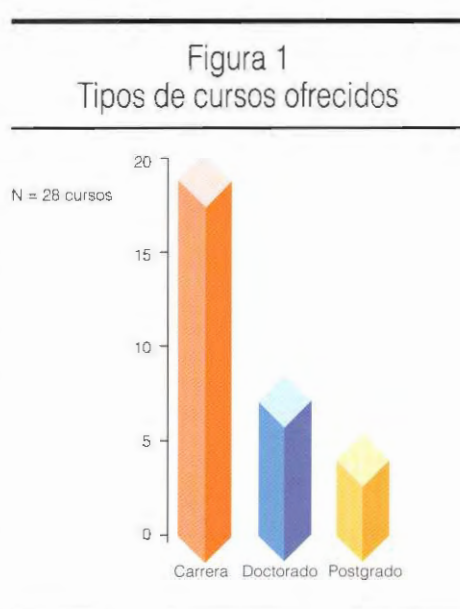


fía de precisión (Bernardo y otros 1992).

La escasez de estos profesionales es una de las causas importantes que frenan una adopción más generalizada de la tecnología, especialmente en casos con un cierto retraso inicial, como España. La mayoría de anuncios de empleos relacionados con los SIG que aparecen en los periódicos piden administradores o analistas de la información. Opiniones tan autorizadas como la de Marx, director de la División Geográfica de la Oficina del Censo de Estados Unidos, el *US Census Bureau*, o la de Morrison, ejecutivo del Servicio Cartográfico de los Estados Unidos, el *Geological Survey* (Gilmartin y Cowen 1991) coinciden en que durante los años noventa va a mantenerse la demanda de estos profesionales. Hacen falta profesionales del perfil de un graduado en informática, o equivalente, especializado en los SIG que garantice la construcción y el mantenimiento de las bases de datos geográficas.

Una segunda demanda profesional también clara y reiterada es la necesidad de formar analistas de aplicaciones, usuarios especialistas en explotar las bases de datos existentes de forma que satisfagan las demandas específicas y complejas de sectores profesionales como el catastro, la modelización meteorológica, la valoración del suelo, la gestión de redes eléctricas, los estudios de mercado, etcétera.

Esta demanda está avalada por expertos como Dangermond, presidente de Environmental Systems Research Institute o, de nuevo, Morrison, cuando coinciden en asegurar que durante los años 90 este es uno de los perfiles profesionales que el mercado laboral necesitará en mayor número (Gilmartin y Cowen 1991, Aangeenbrug, Hafen, Knick 1992). «Los profesionales que empiezan deben tener una buena formación en alguna disciplina. Creo en la educación interdisciplinar, pero también creo que los profesionales de los SIG deben tener una disciplina sólida



donde comenzar, como Geografía, Geología o Arquitectura. Una segunda especialidad técnica como Informática puede servir para mejorar y complementar su formación para el mercado laboral» (Dangermond, en Gilmartin y Cowen 1991, p. 266). La demanda de analistas de aplicaciones o usuarios especializados será numéricamente muy superior a la de los administradores o analistas de la información.

#### Retos educativos

Los SIG y la información geográfica tienen un uso profundamente interdisciplinar, lo cual significa a nivel educativo que es posible poner el acento formativo en aspectos muy diferentes y desde disciplinas muy distintas entre sí como Geología, Topografía, Telecomunicaciones, Botánica, Arqueología o Geografía. La tecnología SIG se ha nutrido desde los años sesenta de otras tecnologías y técnicas, como por ejemplo la Cartografía Asistida, los sistemas gestores de bases de datos o los sistemas de teledetección. Estos factores han supuesto una dificultad importante para diseñar cursos adecuados a las necesidades del mercado laboral.

Una dificultad adicional ha sido la doble posibilidad de entender los SIG bien como una tecnología bien como un cuerpo de conceptos. Entendidos como tecnología, la educación debe centrarse en entrenar los usuarios en el funcionamiento de un *software* SIG determinado, como si fuera el entrenamiento en cualquier otra técnica. Entendidos como un cuerpo de conceptos, la educación debe concentrarse en la metodología, la base teórica y en su grado de innovación para las disciplinas con las que tiene relación (Bosque 1992, Comas y Donaire 1992).

Para las organizaciones que ponen en marcha un SIG los retos educativos internos son aún mucho mayores que los expuestos. No en vano existe un claro reconocimiento de que los mayores cambios y la principal problemática introducida no es de orden tecnológico, dado el nivel relativamente satisfactorio alcanzado por la tecnología, sino de orden organizativo. Los SIG son una tecnología informática «reactiva» porque además de actuar en unos procesos determinados estimulan nuevos métodos para tratar las cuestiones espaciales. Poner en marcha un SIG en una organización va más allá de hacer lo propio con otras tecnologías de la información que dan respuesta a tareas mucho más concretas y manejan información mucho más simple, como por ejemplo los sistemas gestores de bases de datos que solucionan la contabilidad o el padrón de habitantes (Huxhold 1991).

Las organizaciones necesitan especialistas que se amolden a sus necesidades, capaces de educar y motivar a sus compañeros para adaptarse a la nueva situación creada por la puesta en marcha de un SIG. Necesitan especialistas formados, que a la vez puedan educar a sus compañeros mediante formación interna y transmitirles motivación, convicción, habilidades concretas y realistas.

La formación sobre Sistemas de Información Geográfica debe tender a satisfacer la demanda manifiesta de especialistas del sector en España. Para con-



seguirlo debe superar con éxito los retos educativos ligados a la provisión de formación, estando los expuestos entre los principales. En el siguiente apartado presentamos la oferta de formación existente, la cual puede satisfacer en buena medida la demanda que hemos descrito.

## La oferta de formación sobre los SIG en España

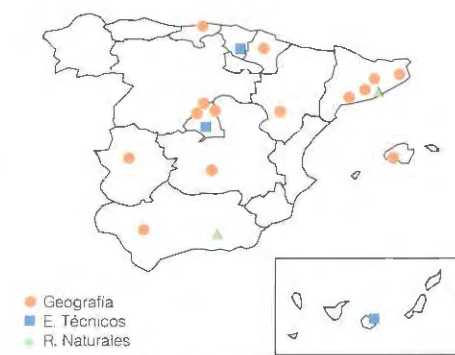
En este apartado presentamos la oferta de formación en España que intenta satisfacer las demandas del mercado laboral y las ansias de los profesionales, centrándonos en la enseñanza reglada universitaria. Debido a su heterogeneidad quedan sin revisar las actividades no regladas, muchas de las cuales son de calidad y utilidad probadas. En primer lugar enmarcaremos el contexto europeo y en segundo lugar presentaremos la docencia y la investigación en España.

### El contexto europeo

A grandes rasgos la educación sobre los SIG en las universidades europeas se caracterizan por el alto número de cursos ofrecidos, la mayoría de ellos en planes de estudio no especializados y las diferencias regionales existentes entre Europa central y la Europa mediterránea. Según los datos de un estudio realizado en 1992 (Masser y Toppen 1992, 1993), un centenar de departamentos ofrecían en el año 1991-92 más de 200 cursos sobre SIG en toda Europa.

En el 90 por ciento de los casos el número de profesores que impartían los cursos en cada departamento no llegaba a cinco y en muchos casos eran uno o dos. La mayoría de departamentos acogían una única asignatura sobre SIG, casi siempre anual, en los últimos años de la carrera y para grupos de diez a veinte estudiantes. En cuanto a la metodología didáctica, la gran mayoría combinaba lecciones teórica con ejercicios prácticos en aulas dotados con PC's,

Figura 2  
Universidades con docencia e investigación sobre SIG en 1993



siendo más de un tercio los cursos que incorporaban un proyecto de fin de curso como parte importante en la formación del estudiante.

El sector de los SIG está en general mucho más avanzado en la Europa occidental y central que en la Europa meridional, lo cual repercute también en la educación. Como ha indicado el estudio de Masser y Toppen, cuatro de cada diez departamentos que enseñaban SIG en el año 1991-92 en Europa central lo hacían en aulas informáticas con más de diez ordenadores, mientras que en el resto de Europa tan sólo uno de cada diez departamentos llegaban a esa situación. Los planes de Estudio especializados, donde la enseñanza sobre SIG abarcaba más del 20 por ciento de las asignaturas, estaban mucho más presentes en el centro de Europa.

### La docencia y la investigación en las universidades españolas

Este apartado se nutre de un estudio realizado por los profesores Comas y Pujol, de la Universitat de Girona, en el primer semestre del año 1993 a partir de datos muy detallados de los centros universitarios españoles. Estos datos se obtuvieron mediante un cuestionario

que los centros contestaron por escrito, el cual se había adaptado de un cuestionario utilizado anteriormente en varios países europeos (Pujol y Comas 1993). El porcentaje de cuestionarios retornados es suficiente para considerar que los datos representan la situación en las universidades españolas en el curso académico 1992-93.

El primer dato interesante del estudio es el elevado número de núcleos con alguna actividad docente o investigadora sobre los SIG en las universidades españolas, que asciende en total a 54 centros, de las cuales 23 contestaron el cuestionario, ascendiendo al 42,5 por ciento del total.

Según nuestra valoración los 23 cuestionarios retornados representan una mayoría cualificada de la docencia y la investigación propiamente de SIG. En el inventario la definición de SIG es muy laxa, con lo cual se incluyeron en él centros que por ejemplo utilizan sistemas CAD o de Cartografía asistida pero no SIG, la mayoría de los cuales no respondió el cuestionario.

De las 23 encuestas retornadas, tres indicaban una actividad investigadora y docente incipiente, por lo cual no fueron tenidas en cuenta en la explotación de los datos. Los 20 centros restantes impartían un total de 28 cursos, dentro de la carrera, de postgrado o doctorado, estando incluidos la mayoría en planes de estudio de Geografía, tal como muestra la figura 1. Es interesante observar que los SIG estaban presentes en la mayoría de universidades españolas, si bien se utilizaron más tempranamente en determinadas universidades de Cataluña y Madrid, lo cual influye en la mayor presencia de actividades sobre los SIG en estas zonas.

La difusión espacial de la docencia y la investigación es otro aspecto interesante que reveló el estudio. Si dispusiéramos de los mismos datos para años anteriores, observaríamos nítidamente como a finales de los años ochenta la actividad estaba localizada básicamente en Barcelona y en Madrid. Así podemos

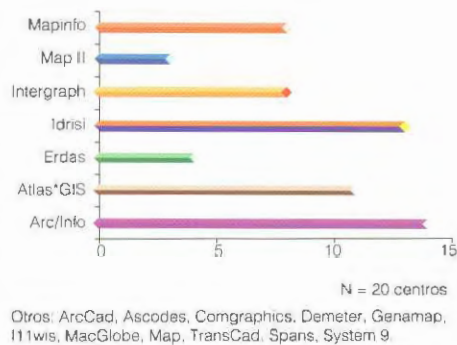


afirmar que ha tenido lugar un importante proceso de difusión espacial de la docencia y la investigación sobre SIG, que de continuar adelante significará la existencia de actividades prácticamente en cada universidad. Por otro lado, la figura 2 no representa algo que es realmente decisivo para dimensionar la oferta de formación: el peso cualitativo de cada centro, el volumen y la calidad de su investigación, el tamaño de sus infraestructuras. De hacerlo seguramente quedaría patente que como máximo son una docena de las universidades donde se concentra el grueso de la investigación, las infraestructuras bien dotadas y los cursos de postgrado.

En cuanto al número de profesores enseñando SIG, el 60 por ciento de los centros contaba con uno o dos, mientras que en el 30 por ciento de los casos su número era de tres o cuatro profesores. Son una excepción que confirman la regla los centros con cinco o más profesores dedicados a los SIG, debido normalmente a cursos de postgrado que reúnen un alto número de profesores para la ocasión. Estas cifras enlazan con que la mayoría de los planes de estudio, un 80 por ciento del total, tenían un solo curso sobre SIG, con lo cual parece lógico encontrar pocos profesores especializados en SIG en cada centro.

En cuanto al número de estudiantes, el 40 por ciento de los grupos estaban entre diez y veinte estudiantes, mientras que el 40 por ciento de los grupos tenían entre veinte y cincuenta estudiantes. El tipo de curso predominante, el 60 por ciento, eran las asignaturas dentro de carreras, si bien destaca que el 25 por ciento son cursos de doctorado y el 15 por ciento de postgrado, como muestra la figura 3. En cuanto al contenido, casi un 40 por ciento de los cursos combinan teoría, práctica y proyecto de curso, alrededor del 30 por ciento se basan en la teoría y la práctica, el 10 por ciento son mayoritariamente prácticos y el 20 por ciento restante son predominantemente teóricos.

Figura 3  
Software SIG para docencia e investigación



La infraestructura de *hardware* disponible es de pequeño tamaño y basada en ordenadores personales. En cuanto al uso investigador el patrón es muy claro: la mitad de los centros disponen solamente de 1 a 5 ordenadores dedicados a investigación, mientras que solamente 4 centros disponen de más de 10 ordenadores para investigar. La disposición de infraestructura para docencia muestra un patrón muy parecido, porque más de la mitad de los centros dispone de menos de 10 ordenadores para la enseñanza. Algunos centros utilizan infraestructuras aparte para docencia y para investigación, siendo en muchas ocasiones una aula informática de la Facultad o la Escuela, generalmente de mayores dimensiones.

Sobre el *software* utilizado, siguiendo el patrón anterior, se caracteriza en primer lugar por ser mayoritariamente de tipo PC. Sin distinguir entre investigación y docencia, destacan dos productos, *Arc/Info* e *Idrisi*, presentes en el 70 por ciento de los centros, seguidos de cerca por *Atlas\*GIS*, utilizado en el 50 por ciento de los centros. *Mapinfo* y los productos de la empresa Intergraph aparecen en el 40 por ciento de los cuestionarios, mientras que *Map II* y *Er-*

*das* se usan en el 20 por ciento de las universidades (véase la figura 3). Otros paquetes de *software* como por ejemplo *ascodes*, *Genamap*, *Spans*, *System 9* o *Transcad* aparecen en alguno de los veinte centros universitarios.

En resumen, en el año 1993 existían en las universidades españolas unos 50 centros con actividades ligadas a los SIG y a herramientas informáticas similares. Los centros con mayor nivel de actividad ascendían a 20, siendo predominantemente departamentos de Geografía, que ofrecen en total 28 cursos, impartidos típicamente por uno o dos profesores. La mayoría de planes de estudio tenían una sola asignatura dedicada a los SIG, con grupos relativamente reducidos de estudiantes, entre diez y treinta. Predominaban las asignaturas dentro de la carrera, basadas preferentemente en teoría, práctica y un proyecto de curso, aunque las de doctorado eran bastantes. La infraestructura disponible era sobre todo de entorno PC, de pequeño tamaño, siendo cinco los paquetes de *software* más frecuentes: *Arc/Info*, *Idrisi*, *Atlas\*GIS*, *Mapinfo* y varios productos de Intergraph.

La oferta formativa de las universidades españolas es en conjunto cuantiosa, sobre todo si tenemos en cuenta el retraso cronológico con países como Holanda o Gran Bretaña. La diferencia entre el Estado español y Europa central a nivel universitario se ha reducido en los primeros años noventa. Los cursos, las publicaciones en castellano, la investigación, la infraestructura y una serie de factores más configuran una importante oferta formativa sobre los SIG, insuficiente y en franco crecimiento.

## Reflexiones finales

Este artículo ha servido para presentar los aspectos esenciales de la formación de los profesionales de los Sistemas de Información Geográfica. Como hemos resaltado desde el principio del artículo, los factores organizativos son los más importantes en el proceso de



---

### Cuadro 3

#### Recursos educativos de bajo coste y gran utilidad

---

*NCGIA Core Curriculum*, Goodchild, M. y Kent, K. (Coords), National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara, CA 93106-40603, Estados Unidos. Precio aproximado de 200 dólares. Es el material educativo más conocido y utilizado en todo el mundo, habiéndose traducido incluso al japonés. Consta de tres volúmenes con 25 lecciones cada uno, acompañados de abundantes diapositivas y ejercicios. El NCGIA elabora periódicamente nuevos materiales y ofrece un servicio de correo electrónico gratuito que reúne a miles de usuarios de los SIG de todo el mundo

*GIS Tutor II*, Raper, J., Department of Geography, Birbeck College, 7-15 Gresse Street, University of London, Londres W1P 1PA, Gran Bretaña. Es casi tan famoso como el *NCGIA Core Curriculum*, porque desde el año 1990 ha permitido a estudiantes de todo el mundo aprender por sí mismos, al ser un tutor multimedia interactivo, los principios de los SIG.

*GIS Government's Information Solution*, Urban and Regional Information Systems Association, 900 Second Street NE, Suite 304, Washington DC 20002, Estados Unidos. Es un video excelente, por su calidad audiovisual y por la habilidad con que se tratan los principios de los SIG. Tiene una duración de 20 minutos y un precio de 30 dólares. A parte puede adquirirse un librito que lo complementa, por 1 dólar, con el mismo título y un nivel de calidad comparable.

*Land Records Modernization: Issues, Applications and Recommendations*, University of Wisconsin Extension Service, Bureau of Audio Visual Instruction, PO Box 2093, Madison, WI 53701, Estados Unidos. El acierto para tratar las ideas básicas sobre los SIG y para comunicarlas lo convierten en un video muy recomendado, de unos 40 minutos de duración y 30 dólares de precio.

*Idrisi*, Idrisi Project, Clark Graduate School of Geography, 950 Main Street, Worcester MA 01610, Estados Unidos. Es el *software* SIG más popular para educación y para proyectos de investigación de tamaño medio. A partir de la versión 4 los manuales son muy mejorados, pudiendo complementarlos con abundantes ejercicios sobre recursos naturales y con el módulo de digitalización *Topo*. El precio para uso educativo es de 200 dólares.

*Global Change Data Base*, National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA, National Geophysical Data Center, World Data Center-A, 325 Broadway E/GCI, Boulder, CO 80303, Estados Unidos. Esta institución del gobierno estadounidense ofrece varias bases de datos sobre el cambio global a nivel planetario, en formato raster para los programas *Idrisi* y *Grass*. El coste para usos educativos es el de reproducción pudiendo acceder a capas sobre vegetación, usos del suelo, cobertura terrestre, zonas ecológicas y climáticas en dispositivo CD-ROM

---

introducción de un SIG en una institución, entre los cuales está la formación de los profesionales que utilizarán el sistema.

La oferta educativa de más de veinte universidades españolas nos parece un signo inequívoco del punto de inflexión hacia la normalidad y la estabilidad educativa que disfrutaremos durante los años noventa, después de una década expansiva que empezó en los últimos años ochenta.

La mayoría de los núcleos de actividad sobre SIG cuentan con pequeñas infraestructuras, pocos especialistas y un número modesto de estudiantes, lo cual diferencia a España de Europa central. Nos parecería un error juzgar el nivel docente de un centro solamente a partir de los recursos que dispone, porque la disponibilidad de recursos no garantiza en absoluto una educación adecuada. Con recursos limitados también es posible ofrecer una formación

de calidad, siempre y cuando los profesores agudicen el ingenio y puedan acceder a los materiales educativos de bajo precio que algunas instituciones facilitan, algunos de los cuales están recogidos en el cuadro 3.

Como colofón de todo lo tratado queremos resaltar la enorme proliferación de actividades de formación a las cuales pueden acceder estudiantes y profesionales. Además del peso evidente de las universidades, la enseñanza secundaria va a tener un protagonismo notorio en la preparación de nuevas generaciones de técnicos y de futuros licenciados universitarios.

Si a la formación reglada sumamos las decenas de cursos intensivos, cursos de formación interna, seminarios, talleres y demás actividades que tienen lugar en España cada año, no podemos por menos de augurar un cambio cuantitativo y cualitativo muy notorio en la formación de profesionales de los SIG, con todas las consecuencias positivas para la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a todas las actividades relacionadas con la gestión del territorio.

Para cerrar este artículo queremos sugerir dos preocupaciones que nos parecen relevantes, cuyo debate puede contribuir a mejorar la formación y la regulación de los profesionales de los SIG en España, tal como está sucediendo en países como Estados Unidos o Gran Bretaña. La primera preocupación es la necesidad de establecer un diálogo más explícito, detallado y realista entre las organizaciones que utilizan los SIG y las universidades, con el fin de afinar al máximo el perfil de los profesionales que los primeros necesitan. Un ejemplo de estos encuentros puede ser la mesa redonda que reproduce el trabajo de Gilmartin y Cowen, que reunió a los principales productores de cartografía digital en Estados Unidos, una de las empresas líderes en producción de *software* SIG, un consultor y una editora. El segundo aspecto es la conveniencia de consensuar y normalizar las caracterís-



ticas que las organizaciones contratantes piden de los profesionales de los SIG, lo cual puede, por ejemplo, ser útil en la convocatoria de plazas públicas o en la futura homologación de certificaciones. ■

**David Comas Vila**  
Profesor de Geografía

**Pere Pujol Causa**  
Profesor de Geografía.

Universidad de Girona

#### Bibliografía

AANGEENBRUG, R.T., HAFEN M. KNICK, C. (1992). *GIS Higher Education Symposium*, World Computers Graphics Foundation, Tampa, Florida, 3 vols.

ANTENUCCI, J.C. y otros (1991), *Geographic Information Systems. A Guide to the Technology*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York.

ARONOFF, S. (1989), *Geographic Information Systems. A Management Perspective*, WDL Publications, Canadá, segunda edición 1991.

BERNARDO I., CALVO M., GONZALEZ J.M. (1992), «La enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica en las Escuelas de Ingeniería Técnica Topográfica». *Actas de V Congreso Nacional de Topografía y Cartografía*, Madrid, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, vol. 5-6, pp. 323-341.

BOSQUE J., CHUVIECO E., DOMINGUEZ L., GONZALEZ R. (1992), «Aproximación a la problemática de la didáctica de los SIG», *Actas del primer congreso de la Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica. Los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión Territorial*, Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica, Madrid, pp. 126-138.

BOSQUE J. (1992), «La enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica», *Actas del V Coloquio de Geografía Cuantitativa*, Zaragoza, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza, pp. 47-57.

CALVO M. (1991), «Necesidades actuales de divulgación y enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica», *Ciudad y Territorio*, num. 89, pp. 271-280.

CAMPBELL H. y MASSER I. (1992), «GIS in local government: some findings from Great Britain» *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 6, num. 6, pp. 529-546.

COMAS D. y RUIZ E. (1993), *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*, Barcelona, Ariel.

COMAS D. y DONAIRE J.A. (1992) «La enseñanza de los SIG. Reflexiones didácticas», *Actas del V Coloquio de Geografía Cuantitativa*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 75-89.

COULSON M., WATERS N. (1990), «Teaching the NCGIA Curriculum in Practice», *Cartographica*, vol. 28, num. 3, pp. 94-102.

ESPIAGO F.J. (1992), «La enseñanza de los SIG en las universidades de Madrid», *Boletín de la Asociación Española de SIG*, num. 3, pp. 9-10.

GILMARTIN P y COWEN D. (1991), «Educational Essentials for Today's and Tomorrow's Jobs in Cartography and Geographic Information Systems», *Cartography and Geographic Information Systems*, vol 18, num. 4 pp. 262-267.

GITTINGS B.M., HEALEY RG. y STUART N. (1993) «Educating GIS Professionals: A View from the United Kingdom», *Geo Info Systems*, vol 3, num. 4, pp. 41-49.

GOODCHILD, M., KEMP K. (1990a), «Developing a Curriculum in GIS: the NCGIA Core Curriculum», *Cartographica*, vol. 28, num. 3, pp. 39-45.

GOODCHILD M., KEMP K. (Coords.) (1990b), *NCGIA Core Curriculum*, 3 vols., National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara (California).

GOULD M. (1992), «Spain's GIS Education Centres Prospering», *GIS Europe*, March 1992, pp. 14-16.

GRUP DE CARTOMÀTICA EDUCATIVA (1993), *Eines informàtiques per a la geografia en l'ensenyament secundari*, Girona, Escola d'Estui, multicopiado 15 pp.

HUXHOLD, W.E. (1991), *An Introduction to Urban GIS*, Oxford University Press, Nueva York.

MASSER I., TOPPEN F. (1992), *GIS Education in Europe: Report of Survey*, Utrecht, EGIS Foundation, multicopiado.

MASSER I. y TOPPEN F. (1993), «Survey suggests GIS Education Trends in Europe», *GIS World*, vol. 6, num. 2, pp. 42-47.

PALLADINO S. y GOODCHILD M. (1993), «A Place for GIS in the Secondary Schools? Lessons from the NCGIA Secondary Education Project», *Geo Info Systems*, Abril de 1993, pp. 45-49.

PORNON H. (1993), «Le futur des Systèmes d'Information Géographique», en Palanques M.L. (Coord.), *Pasado, presente y futuro de los Sistemas de Información Geográfica*, Bilbao, Servicio de Publicaciones de la Universidad del País Vasco, en prensa.

PUJOL P. y COMAS, D. (1993), «La enseñanza y la investigación sobre SIG en las universidades españolas. Resultados de un estudio», *Actas del segundo Congreso Español de Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, AESIG, pp. 183-191.

SPECIAL INTEREST GROUP ON GIS EDUCATION (1993), «Notes on the current state of GIS education in selected European countries», Génova, Board of National Representatives of

the European GIS Education Special Interest Group, multicopiado, 16 pp.

TOPPEN F. (1991), «GIS education in the Netherlands: a bit of everthing and everything about a bit?», *Cartographica*, vol. 28, num. 3, pp. 1-9.

UNWIN D. (1991), «The academic setting of GIS», en Maguire, Goodchild y Rhind (1991), *Geographical Information Systems. Principles & Applications*, Longman, London, vol. 1, pp. 81-90.

WOOD A. y CASSETTARI, S. (1992), «GIS and secondary education», en Cadoux-Hudson, J y Heywood D.I. (Coords.), *The AGI Yearbook*, Londres, Taylor & Francis, pp. 296-298.