



Apartado de Correos
650-41080
SEVILLA

ANDALUCÍA
GEO GRÁFICA

Número 5
Diciembre
1999

Sumario

Boletín de la Asociación de Geógrafos Profesionales de Andalucía ©

Monográficos

URL relacionadas

[Presentación](#)

[Nota del editor](#)

[Evolución cartográfica](#)

[Cartografía histórica](#)

[Mercado de Cartografía](#)

[Aplicaciones Geodésicas](#)

[Cartografía Temática](#)

[Usuarios de cartografía](#)

[Formación en Cartografía](#)

[Nuevas Tecnologías](#)

[Conclusiones](#)



Evolución cartográfica

Monográfico:
La Cartografía
hoy ¿evolución o
revolución?

DIRECCIONES URL RELACIONADAS CON EL MONOGRAFICO



[Consejería de Obras Públicas Junta de Andalucía](#)

[Acceso al Web de la Asociación de Geógrafos Españoles](#)

[Asociación de sistemas de información de geografía](#)

[Geodesia y Geofísica - I.G.N.](#)

[Instituto Geografico Nacional](#)

[Institut Cartogràfic de Catalunya](#)

[Institut Géographique National. Francia](#)

[Centro Nacional de información geográfica .Portugal](#)

[U.S. Geological Survey Home Page](#)

[International Geographical Union](#)

[NIMA National Imagery and Mapping Agency - USA\)](#)

Enero 2000

© Asociación de Geógrafos Profesionales de Andalucía

LA CARTOGRAFÍA HOY ¿EVOLUCIÓN O REVOLUCIÓN?

La Asociación de Geógrafos Profesionales de Andalucía, en convenio con la Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo, organizó durante el pasado mes de mayo unas jornadas de debate sobre la situación actual de la cartografía y sus perspectivas de futuro que, en nuestra opinión, tuvieron un alto nivel técnico y de participación de todos los asistentes, que superaron el centenar.

El punto de partida del debate era la constatación de que en los últimos años las técnicas cartográficas han experimentado un importante desarrollo debido a la generalización de los procedimientos informáticos, hasta el extremo de que se ha producido un cambio cualitativo equiparable al que supuso la introducción de la brújula en su momento o la fotogrametría en tiempos recientes. La producción de cartografía se ha abierto hoy a nuevas posibilidades derivadas de la mayor precisión geométrica obtenible, de la rapidez con la que se puede revisar, actualizar y editar información territorial, de la conexión entre representación gráfica y descripción alfanumérica o de la mayor facilidad en la elaboración de cartografía temática.

Al tiempo, la demanda de productos cartográficos se acrecienta y diversifica. La prensa gráfica y los medios audiovisuales cada vez hacen un uso más habitual de mapas y planos, los nuevos vehículos incorporan sistemas de posicionamiento y las imágenes de satélite forman ya parte de la iconografía diaria.

Sin embargo, la adaptación a los nuevos procedimientos está resultando un tanto difícil, sobre todo porque las fronteras entre cartografía, estadística, fotografía o coreografía se desdibujan y hacen del mapa un producto muy distinto al que hemos conocido hasta hoy. De hecho las técnicas digitales están ya plenamente implantadas en la producción cartográfica pero no así en su utilización, pues el usuario final suele demandar la conversión al soporte analógico del papel.

Partiendo de esta situación de transición tecnológica, con todas sus oportunidades y problemas de adaptación, el momento actual resulta por tanto oportuno para realizar un balance sobre el papel de la cartografía como instrumento profesional. Este boletín de la AGPA puede contribuir a extender este debate, para lo cual recoge una síntesis de las principales intervenciones producidas durante las "Jornadas de Cartografía".

[Josefina Cruz Villalón]

»Directora General de Ordenación del Territorio y Urbanismo

nota del editor

Este boletín de la Asociación de Geógrafos Profesionales de Andalucía se dedica monográficamente a recoger las principales intervenciones de las Jornadas de Cartografía que en colaboración con el Instituto de Cartografía de Andalucía organizó la AGPA entre los días 13 y 15 del pasado mes de mayo. Bajo el lema de "La cartografía hoy: ¿evolución o revolución?" tuvo lugar un debate en el que los principales actores del quehacer

cartográfico en nuestro país –organismos oficiales, empresas, investigadores, profesionales, docentes, etc.- expusieron sus apreciaciones sobre la situación actual.

La amplitud de ese debate impide recogerlo en esta revista en toda su extensión, por lo que se ha realizado una selección de las intervenciones más interesantes, bien por representar un enfoque novedoso o bien por acercarse a las inquietudes propias del profesional de la geografía, y a su vez se han extractado y sintetizado adaptándose al formato del boletín. En todo caso esta selección no abarca todas las posturas manifestadas en las Jornadas, que por otro lado no agotan un debate que aún está abierto.

Los textos que aquí se presentan proceden de una transcripción de las ponencias presentadas como base de discusión para las respectivas mesas redondas. Este carácter de provocación al debate hace que en ocasiones las ideas expuestas sean en mayor medida sugerencias que no conclusiones cerradas. Al mismo tiempo, su concepción como exposición oral da lugar a un estilo coloquial y directo que la transcripción ha procurado respetar.

Del mismo modo que las Jornadas de Cartografía sirvieron para provocar un contraste de opiniones entre quienes producen y usan la cartografía, esperamos que su publicación en este Boletín sirva para que los geógrafos tomemos conciencia de que están naciendo nuevas formas de representación territorial –que son cartografía pero no son mapas- en cuyo desarrollo debemos adoptar un papel creativo.

[Francisco Sánchez Díaz]

»Instituto de Cartografía de Andalucía

la **evolución** de la **producción cartográfica en España** durante el siglo xx

La producción cartográfica española durante el siglo XX no fue reflejo de lo que sucedía en otros países de Europa. Las luces y sombras de nuestra política influyeron notablemente en el hacer cartográfico durante el pasado siglo.

Aunque los esfuerzos cartográficos se centraban en el Instituto Geográfico y en el Depósito de la Guerra, podemos considerar su producción insuficiente para nuestras necesidades. Sin embargo, el país gozaba de un gran prestigio internacional. Basta citar el enlace de la red geodésica española con la de Argelia, llevada a cabo por el general Ibáñez y el coronel Perrier en el año 1879, como ejemplo del nivel técnico español.

También los militares e ingenieros españoles destacaron en el desarrollo y aplicación de la fotografía al levantamiento de planos. El coronel de ingenieros francés Aimé Laussedat, al que se conocía como padre de la fotogrametría opinaba en el año 1900 que España estaba entre los más avanzados en este campo. El prestigio se conservó prácticamente hasta principios de los años 30.

A pesar de estos éxitos, los distintos gobiernos de finales del siglo se desinteresaron de los centros cartográficos, dejándolos sin los medios adecuados para llevar a cabo una producción de acuerdo con las necesidades del país. Con el advenimiento del Directorio Militar, en septiembre de 1923, aumentó el interés oficial por la cartografía. Tanto el Instituto Geográfico como el Depósito de la Guerra habían adquirido instrumentos fotogramétricos y modernizado sus talleres de reproducción cartográfica. Con objeto de activar el MTN, se ordenó al Depósito de la Guerra que aplazara todos sus trabajos para colaborar con el Instituto Geográfico en la formación del Mapa, ya que en 1923 solo se habían publicado 190 hojas.

Con la proclamación de la República en abril de 1931, y como consecuencia de la reorganización militar, el Depósito de la Guerra fue disuelto y se potenció el Instituto Geográfico. A pesar del esfuerzo realizado para aumentar la producción cartográfica, entre 1926 y 1936 se publicaron 378 hojas, con una baja notable de la calidad cartográfica. Se llegó a la Guerra Civil con menos de la mitad del MTN. Durante la guerra, la actividad cartográfica fue muy diferente en las dos zonas. En la denominada Nacional no había depósitos de cartografía, ni talleres organizados. En la zona de la República en cambio se disponía de la organización completa del Instituto Geográfico. Del MTN se publican 47 hojas: 30 en 1936, 1 en 1938 y 16 en 1939. También se editaron hojas sin altimetría y reeditaron otras a un solo color. El Instituto Geográfico trasladó su personal y parte de sus medios, primero a Valencia y más tarde a Barcelona.

Finalizada la Guerra Civil, el Instituto Geográfico estuvo a punto de desaparecer; las purgas, el haber estado en la otra zona y los servicios prestados a la República inciden negativamente en su futuro. En 1939 se creó el Servicio Geográfico y Cartográfico del Ejército dependiente de la Dirección de Servicios del Ministerio del Ejército. En 1942 pasó a depender del Estado Mayor Central con la denominación de Servicio Geográfico del Ejército. El Consejo Superior Geográfico se creó, con personalidad autónoma, por Ley de 12 de Julio de 1940, y se responsabilizó de coordinar la producción cartográfica de los diferentes centros cartográficos nacionales. En 1933 el Depósito Hidrográfico, responsable de toda la cartografía náutica, había incorporado al Observatorio de la Marina en San Fernando. En 1943 volvió a crearse el Instituto Hidrográfico de la Marina separándolo del Instituto y Observatorio, y en 1945 se fundó el actual Instituto Hidrográfico con sede en Cádiz.

A final de los años 40, nuestra cartografía no gozaba de ningún prestigio a nivel internacional, desde el punto de vista de la representación gráfica. El manual técnico del Departamento de la Guerra de los EE.UU., TM5-248, titulado Foreign Maps y publicado en 1946, en su página 73, al tratar de la cartografía de España decía: "Los mapas españoles son inferiores a los de otros países de Europa Occidental. Las comunicaciones y límites de monte alto son con frecuencia imprecisos. Muchas hojas a escalas grandes dan poco detalle". En la publicación del Instituto Geográfico Nacional de Francia de G. Alinhac Cartographie Historique et Descriptive, en su página 45, se dice: "De una forma general, las producciones cartográficas españolas actuales son inferiores en calidad a la mayor parte de las publicaciones de otros estados; en un abanico internacional, se puede situarlos en el punto opuesto de las producciones suizas".

En realidad, la actividad del Instituto Geográfico en la formación del MTN cesó en 1950, fecha en que pasó prácticamente a ocuparse de la puesta al día de las hojas y a otras actividades cartográficas. No obstante, entre 1950 y 1969 se publicaron las 167 hojas que faltaban para completar el MTN, si bien la mayor parte habían sido levantadas por el Servicio Geográfico del Ejército.

El 23 de septiembre de 1953 se firmó el Tratado entre EE.UU y España y entonces el gobierno español tuvo constancia de que finalizada la II Guerra Mundial el Army Map Service (AMS) había realizado un vuelo de nuestro territorio y formado un mapa a escala 1:50 000 ya que nuestro MTN no tenía, en altimetría, la precisión que requería un mapa militar moderno; este mapa es el M781-Edición 1-AMS. Durante los años 1957 y 1958 se imprimieron 5.000 ejemplares de cada hoja, en el Instituto Geográfico y en el Servicio Geográfico del Ejército, bajo la coordinación del Consejo Superior Geográfico. El mapa no tuvo difusión, dado su carácter confidencial, y en su mayor parte se almacenó en la Base de Torrejón. En 1957 el AMS hizo otro vuelo de España, que utilizó para una nueva restitución fotogramétrica y nueva edición del mapa 1:50 000. Los trabajos de apoyo y revisión, en este caso, lo hicieron los organismos cartográficos españoles a través de un contrato con el Consejo Superior Geográfico, que coordinó la colaboración con el Departamento de Defensa de los EE.UU. El mapa se finalizó en los años 60 y sirvió de base para la publicación de la serie L del Servicio Geográfico del Ejército.

En los años 60, el paso a una economía de servicios supuso la necesidad urgente de contar con una cartografía para la ordenación del territorio y para formar el inventario de los recursos naturales de España. A esto hay que añadir, en el campo de la agricultura, los trabajos iniciados por Instituto Nacional de Colonización y el Servicio de Concentración Parcelaria, usuarios de cartografía a gran escala, que no podían obtener de los organismos cartográficos nacionales. Como respuesta a esta necesidad inmediata de mapas topográficos precisos, se crearon empresas de fotogrametría y topografía que contribuyeron al lanzamiento de la actividad cartográfica privada.

En 1970 el Instituto Geográfico pasa a depender del Ministerio de Planificación del Desarrollo, por considerarse la cartografía como un elemento indispensable para la planificación económica y social. Para llevar a cabo sus programas, recibió un fuerte apoyo en medios y efectivos, iniciándose una nueva etapa en su quehacer cartográfico.

En 1975 se inició la publicación del Mapa Topográfico Nacional 1:25 000; finalizado ya en todas las naciones de Europa. Aquí, una vez más se comenzaba tarde pero con ilusión una serie cartográfica necesaria para nuestro desarrollo económico. La situación actual es la siguiente: el número total de hojas es 4.150; están publicadas 3.017 y en ficheros digitales 676, por lo que el número de hojas disponibles es de 3.693; faltan 457 hojas que, en 1999, están en formación numérica digital, por lo que a finales de este año, el 1:25 000 estará disponible en forma digital; la totalidad del mapa impreso se finalizará en el año 2001.

A partir de 1975 el Instituto Geográfico puso en marcha varios proyectos: el Sistema Nacional de Información Geográfica, la automatización del proceso cartográfico, la utilización de la información espacial para la puesta al día de la cartografía, formación de mapas temáticos y ortoimágenes y para planos catastrales. Se hizo un gran esfuerzo para adaptarse a las nuevas tecnologías y de hecho el resultado fue satisfactorio. Visto desde una distancia de 25 años podemos decir que en 1975 el Instituto Geográfico era pionero en las modernas técnicas cartográficas, a nivel europeo.

En los últimos años, para adaptar las publicaciones cartográficas de uso militar a la Política Geográfica OTAN, el Servicio inició la formación de una nueva serie cartográfica, a escala 1:250 000, denominada 1501, que finalizó en 1993. La publicación de este mapa obliga a romper con la normativa según la cual cada hoja es la cuarta parte de la hoja a escala mitad. En 1989 se inició el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica Militar (Sinfo-Geo) en el que se ha incorporado la digitalización de la altimetría del mapa base a escala 1:50 000 de todo el territorio nacional. También se está llevando a cabo la adecuación de la serie L (1:50 000) a los estándares de la OTAN.

El Catastro Topográfico Parcelario, responsabilidad del Instituto Geográfico desde que se promulgó la Ley del Catastro Parcelario de España (1906), pasó a depender del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, por disposiciones de 1987 y 1989. Esto supuso un gran impulso para la producción de cartografía a gran escala y ortoimágenes. El Centro de Gestión Catastral inició el proyecto de informatización de la cartografía catastral con la cooperación del sector cartográfico privado, lo que dio un nuevo aliento a la producción de cartografía por las empresas privadas.

La creación del Estado de las Autonomías ha incidido eficazmente en la actividad cartográfica. La necesidad de contar con mapas a gran escala, 1:10 000 y mayores, y la posibilidad de colaborar con los centros cartográficos nacionales en proyectos puntuales han facilitado la creación de institutos, empresas públicas o servicios responsables de la cartografía en distintas autonomías. Se pueden citar, entre otros, los Institutos Cartográficos de Cataluña y Andalucía, la Empresa Tracasa (Navarra), el Servicio de Ordenación del Territorio y el Consejo de Cartografía de Castilla-León, el Servicio Cartográfico de la Comunidad de Madrid y la Dirección General de Urbanismo de la Consellería de Ordenación del Territorio de la Xunta de Galicia.

El panorama cartográfico español ha cambiado en los últimos veinticinco años de forma espectacular, tanto en el aspecto cuantitativo como cualitativo. Nos asomamos al siglo XXI con un flujo de información geográfica creciente. Lo más difícil será transformarla para el mejor conocimiento de nuestro territorio, y evitar que se quede almacenada en los grandes silos de información, como ya está sucediendo con los programas de observación de la Tierra desde el espacio.

[Rodolfo Núñez de las Cuevas]
»Presidente de la Real Sociedad Geográfica

la cartografía histórica: conservación y difusión

El documento cartográfico antiguo, como testimonio de funciones y actividades sociales del hombre, tiene unos valores históricos y continúa manteniendo una cierta vigencia en cuanto que representa elementos territoriales que cambian en largos periodos de tiempo. Dichos elementos permiten utilizarlos como referencias en los estudios evolutivos urbanos y territoriales. No es necesario abundar en el reconocimiento de la cartografía como fuente documental pero sí distinguir la triple dimensión informativa que tiene todo documento cartográfico: la documental, la científico-técnica y la artística.

La dimensión documental viene dada porque la información geográfica que recoge el mapa nos habla de la evolución del territorio en general y de cada uno de los elementos que lo conforman en particular. La amplitud de temas que contienen los mapas reflejan la diversidad de actividades humanas que inciden sobre el territorio y el paisaje.

La dimensión científico-técnica del mapa nos habla de la evolución de las técnicas de producción y reproducción cartográfica. En la cartografía antigua está registrado el proceso evolutivo del conjunto de las ciencias que intervienen en la elaboración del Mapa. Recoge las distintas soluciones que se han ido dando a los problemas de medir la superficie terrestre –para conocer su forma y sus dimensiones- a los de representar una superficie curva de tres dimensiones en una superficie plana de dos y a los de medir y representar la superficie rugosa de los continentes y fondos marinos, el relieve.

Las técnicas de reproducción evolucionaron en distintos aspectos pero siempre con un doble objetivo: mejorar la capacidad de expresión de los elementos representados y poder realizar amplias tiradas. La difusión del conocimiento de la Tierra está íntimamente relacionado con el desarrollo y conocimiento de la cartografía y ésta a su vez con las de reproducción.

Los valores estético-artísticos de la cartografía son los más fáciles de entender y lo primero que se percibe del mapa, independientemente de cuál sea la formación del observador. La expresión artística de la obra se suele recoger en las cartelas, las ilustraciones o las figuras de sus márgenes, pero además hay que buscarla en las técnicas pictóricas y de grabación utilizadas en la representación del relieve, de la vegetación, de la superficie de agua o de los núcleos urbanos.

El mapa es un documento que por sus características físicas: dimensiones, soporte, técnicas de dibujo o de reproducción, se deteriora con facilidad. Su tamaño es uno de los principales inconvenientes, no se pueden archivar en instalaciones convencionales y no siempre se cuenta con las adecuadas, por lo que se suelen dejar arrinconados, enrollados, en el suelo o en contacto con superficies húmedas, expuestos a la luz o cubiertos de polvo. El cartón, el papel o los soportes textiles hacen que proliferen en su superficie una diversidad de flora y fauna que degrada el soporte y sus tintas.

El proyecto de la Recopilación de la Cartografía Histórica de Andalucía ha contribuido a la conservación de este tipo de documentación de tres maneras:

- Localizando y divulgando los fondos cartográficos de los archivos andaluces tanto públicos como privados, que es el mejor sistema para evitar que se pierda lo encontrado.
- Reproduciéndola y dejando un testimonio de su existencia en el archivo donde está depositada.
- En casos muy concretos, incentivando y sufragando la restauración de los mapas.

La recopilación de la cartografía histórica de Andalucía surge inicialmente como una colección de mapas, planos y vistas de Andalucía reproducidas en microfilm de 35 m/m y descrita con arreglo a las normas internacionales ISBD y MARC para materiales cartográficos. La selección de la cartografía se ha hecho en función de que su escala sea inferior a 1:500, para no incluir los planos y dibujos exclusivamente de arquitectura y, cronológicamente, que no sean más modernos de la década de los cincuenta del siglo actual. No

obstante se ha mantenido una cierta flexibilidad de criterio tanto en las escalas superiores, cuando el documento represente una mínima expresión territorial, como con los mapas más modernos, cuando su información complementaba la de otros documentos descritos de fechas anteriores.

La recopilación de la documentación se ha realizado siempre en tres fases: inventario, catalogación y microfilmación. Los primeros trabajos se iniciaron en los grandes archivos y bibliotecas nacionales. En líneas generales se estableció la estrategia de ir primero a los depósitos donde se conserva la cartografía más antigua o a los organismos productores de cartografía básica y después a los archivos con fondos más modernos y a los organismos que han generado cartografía temática o derivada de su gestión.

La cartografía histórica de Andalucía localizada hasta la fecha se aproxima a los ciento cuarenta mil mapas, reproducidos en unos ciento sesenta y cinco mil microfilmes que se encuentran depositado en el Instituto de Cartografía de Andalucía. Las descripciones catalográficas se encuentran dentro de un sistema de gestión documental que permite acceder y recuperar la información de un modo flexible y ágil. Las reproducciones en microfilm de 35 mm se están digitalizando mediante scanner y almacenando en soporte óptico, de las que se disponen de unas sesenta y cinco mil imágenes.

Junto alas imágenes, los datos se recogen en la catalogación del mapa. Después de un detenido reconocimiento se le asignan uno o varios descriptores que indican el contenido informativo del mismo. Para aplicar correctamente esta terminología se emplea un lenguaje controlado que hace más homogéneas las descripciones y, posteriormente, más eficaz la recuperación de la información. Con los descriptores de materia se está confeccionando un tesoro donde cada término se relaciona con otros de un modo jerárquico. El tesoro contiene cerca de novecientos descriptores distintos, que se han recogido hasta el momento en la cartografía catalogada, y que están organizados en una base de datos auxiliar para asistir en la recuperación de la información de la principal.

La difusión de los fondos cartográficos del territorio de la Comunidad Autónoma se está realizando mediante:

- Facilitando el acceso y la consulta directa de la documentación descrita y reproducida, disponiendo una serie de herramientas para hacerla lo más asequible posible, ya sea en el mismo Instituto o por correspondencia.
- Publicando catálogos generales de cada provincia andaluza.
- Editando catálogos temáticos.
- Organizando exposiciones que en algunos casos se han hecho en colaboración con el IGN, Diputaciones Provinciales y Ayuntamientos.
- Colaborando en publicaciones de la administración local.

Se ha desarrollado un prototipo de catálogo multimedia que se espera poder editar próximamente y poner la base de datos y las imágenes en Internet para que se pueda acceder directamente a esta información desde cualquier lugar.

La historia nos ayuda a no cometer los mismos errores que se cometieron en el pasado, por lo que se deben poner los medios necesarios para conservar lo mejor posible la cartografía antigua del futuro, que es la que estamos produciendo hoy. La cartografía moderna que actualmente queda desfasada pierde interés y no se suele guardar. El riesgo de desaparición de la cartografía digital se debe más a la facilidad de actualizarla que al posible deterioro del soporte. Las nuevas tecnologías permiten disponer de una cartografía permanentemente vigente pero no se debe olvidar que los mapas son un registro gráfico del territorio del que se deben conservar copias: impresas o digitales, debidamente depositadas en archivos y bibliotecas y sin menospreciar cualquier cartografía. La dinámica tan acelerada a la que están sometidos ciertos territorios,

ciudades y paisajes no sólo debe exigir una actualización permanente de la cartografía sino además un archivo y conservación permanente de la misma para no correr el riesgo de perder la memoria histórica del territorio.

[Joaquín Cortés José]

»Instituto de Cartografía de Andalucía

consideraciones sobre el **mercado de la cartografía**

En España existen aproximadamente 100 empresas relacionadas con actividades de producción de cartografía. El volumen de facturación oscila desde 500 millones, en empresas con plantillas de 40 personas, a la gran mayoría de empresas que oscilan en un rango de facturación de 25 a 50 millones de pesetas con plantillas de 5 a 10 personas. La facturación total del sector se puede estimar en unos 5.000 millones de pesetas anuales. El equipo humano lo componen alrededor de 1.000 personas, de las cuales un 50% son titulados superiores y de grado medio, y la otra mitad especialistas con un alto nivel de formación (fotógrafos, observadores de vuelo, auxiliares de topografía, operadores de restitución y digitalización, informáticos, delineantes, etc.)

La estructura y especialización de estas empresas es muy variada, yendo desde empresas o grupos de empresas que realizan internamente todas las fases propias de la producción cartográfica a empresas que solo realizan alguna fase, generalmente la de restitución, y subcontratan el resto. Hasta ahora las empresas tendían a especializarse en las distintas actividades como vuelo, apoyo de campo, restitución y edición. Usualmente las empresas de restitución eran las que contrataban con la administración o particulares y subcontrataban el resto de las fases a otras empresas especializadas.

La creciente demanda de productos de Información Geográfica cada vez más específicos, con una fuerte carga de trabajo informático, y la necesidad de reconversión de equipos y personal técnico ha producido un cambio hacia estructuras más empresariales, entendiéndose como tales a sociedades con un consejo de administración, gerente, estructura comercial, un cuadro técnico titulado y medios materiales para abordar la mayoría de las tareas cartográficas. Como es lógico los gastos generales, de amortización de nueva instrumentación, desarrollo de nuevas tecnologías y formación de personal especialista en estas empresas repercuten sobre los precios finales de los productos cartográficos, y no son competitivos con los que pueden ofrecer empresas con estructuras más simples, como el caso de un operador con un instrumento de restitución trabajando en su casa y subcontratando el resto de las actividades.

Uno de los principales problemas del sector es que generalmente no existen por parte de la administración unos programas de producción cartográfica formalizados, presupuestos para ejecutarlos y plazos para finalizarlos. Con este marco es difícil por no decir imposible que las empresas se puedan dimensionar, tengan una política clara de empleo, de renovación de equipamiento y en definitiva de gestión.

Aunque la cartografía es una necesidad básica para el desarrollo de un país, inexplicablemente en el nuestro no es lo suficientemente valorada. Por ejemplo, una estimación para la ejecución de la cartografía a escala 1/5.000 digital de toda la nación puede estimarse en $40.000 \text{ km}^2 \times 500 \text{ pts/ha} = 20.000$ millones de pts, que es lo que puede costar unos kilómetros de autovía, sobre los cuales si hubiera existido previamente la cartografía básica se hubieran podido estudiar más alternativas en su ejecución.

Con esta situación del mercado es muy difícil para las empresas abordar el cambio tecnológico que se está produciendo con la aparición de la fotogrametría digital. Es una inversión fuerte de gran riesgo, al no saber si va a haber demanda del producto y si este va a ser admitido por la administración, con lo cual no se puede desarrollar una tecnología, comprar equipos y formar personal para después esperar una demanda de ese producto.

Por otro lado, el procedimiento de adjudicación de los concursos en el cual se ha eliminado el certificado de clasificación y se recogen unos criterios de adjudicación variables, por lo general no favorecen a las empresas

que crean empleo, que mantienen una plantilla estable o que invierten en innovación y desarrollo. Estos criterios de adjudicación generalmente priman la oferta económica, lo cual es un sistema perverso porque obliga a realizar bajas de hasta un 30 %, lo que lógicamente va en detrimento de la calidad de los trabajos.

Otro gran problema para el sector privado es que existen instituciones públicas que se presentan a los concursos públicos o bien usan la forma del convenio para hacer competencia desleal a la empresa privada.

Hay que considerar también que una parte de la facturación de las empresas se produce a través de las empresas de ingeniería. Estas consiguen un proyecto que a veces tiene una componente muy alta de cartografía, la cual normalmente es subcontratada al menor coste.

Las empresas de cartografía tienen que abordar un cambio tecnológico que se produce por varios factores como la aparición de satélites con mayor resolución y que van a operar en pequeñas escalas de cartografía, los sensores aerotransportados que ya están en fase de pruebas y en breve entrarán en producción, las aplicaciones de la tecnología GPS, la fotogrametría digital que revoluciona los métodos y equipos tradicionales, la edición cartográfica que cada vez nos acerca más a las empresas de preimpresión (artes gráficas) y los sistemas de información geográfica.

Ante este panorama parece que el camino a seguir debiera ser la especialización en algunas de las áreas anteriormente citadas, pero debido a la estructura del mercado lo más interesante es diversificar la oferta de productos, para por un lado reducir el riesgo y con la misma red comercial poder vender diferentes productos. Para ello se necesita inversión en investigación y desarrollo de metodología, compra de equipos y formación de personal que permita abordar los distintos cambios tecnológicos.

En España todavía queda mucho trabajo por realizar, pero los grandes proyectos están en el exterior: América, África y Países del Este ofrecen grandes oportunidades para las empresas competir en el del sector. La tarea no es fácil pues se necesita gran inversión, una estructura de empresa que permita realizar una labor comercial importante y finalmente gerenciar y ejecutar los proyectos. La internacionalización de las empresas es uno de los grandes retos para el sector de la cartografía.

Otro de los grandes retos es la investigación y desarrollo. Para poder competir en el exterior, o incluso con el nivel de competitividad existente en el mercado interno, es fundamental el desarrollo e implantación de nuevas metodologías, en colaboración con la Universidad y participando en programas europeos con empresas de la UE. De esta manera se consigue no solo estar a la última en el área de trabajo habitual sino también diversificar la oferta de productos al mercado.

La formación es un aspecto fundamental para aumentar la competitividad de las empresas. Generalmente cuando se habla de formación, se sobreentiende en el aspecto técnico y dirigida a los "junior" de las empresas. Pero es muy importante la formación continua y en aspectos como dirección general, recursos humanos, técnicas de negociación, marketing, idiomas o comercio internacional y por supuesto en nuevas tecnologías. Para abordar un plan de formación existen ayudas de la administración, como el FORCEM y fondos FEDER.

Cada vez tiene más importancia certificar la calidad de los productos generados. Para ello las empresas necesitan un sistema de aseguramiento de la calidad, que puede ser tan básico que consista únicamente en una serie de procedimientos internos, hasta obtener la certificación de AENOR o la ISO2000. Con la situación actual del mercado parece una apuesta arriesgada el implantar un sistema de calidad, pero a largo plazo puede ser un elemento diferenciador de la competencia y posiblemente a más largo plazo será un requisito de la administración.

[Alfonso Gómez Molina]

»Presidente de Astofo

aplicaciones **geodésicas del sistema de posicionamiento global**

La generalización del uso de ordenadores y el lanzamiento del primer satélite artificial -Sputnik, 1957- hacen que a mediados de los años 50 se produzca una auténtica revolución en la Geodesia. Los conceptos y técnicas geodésicas utilizados, que hasta este momento estaban basados en observaciones terrestres -triangulaciones, nivelaciones, medidas gravimétricas- y en observaciones astronómicas – determinaciones de posiciones y azimutes- , disponen ahora de unas marcas espaciales sometidas a la voluntad humana, los satélites espaciales. La Geodesia Espacial se basa, pues, en la observación de satélites artificiales sometidos a la acción gravitatoria de la Tierra, obteniéndose cada vez con mayor precisión modelos geopotenciales a partir de las perturbaciones producidas en las órbitas de dichos satélites y permitiendo realizar triangulaciones espaciales de carácter global, regional o local según diferentes técnicas.

Así, pues, la Geodesia Espacial tiene como objeto principal la asignación de coordenadas a estaciones situadas sobre la superficie terrestre a partir de observaciones de satélites artificiales. Para la determinación de las coordenadas absolutas geodésicas, los métodos de Geodesia Espacial utilizan medidas de distancia, de diferencias de distancia, de direcciones o combinaciones de estas medidas. Entre las principales técnicas geodésicas espaciales podemos destacar: el seguimiento de satélites balísticos- Transit, Láser, altimétricos, GPS y el seguimiento de cuásares- VLBI- .

El NAVSTAR/GPS (NAVigation System with Timing and Ranging GlobalPositioning System) es un sistema de posicionamiento espacial desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos en 1973 a partir de los proyectos TIMATION (TIME navigATION) y 621B. El NAVSTAR/GPS se define como un sistema pasivo de navegación basado en satélites emisores de radiofrecuencias, que proporciona un marco de referencia espacio-temporal con cobertura global, independiente de las condiciones atmosféricas, de forma continua en cualquier lugar de la Tierra o en sus proximidades, y disponible para cualquier número de usuarios.

Aunque inicialmente concebido como sistema de navegación, el tratamiento interferométrico de la señal emitida por un mismo satélite proporciona un posicionamiento relativo de alta precisión entre las diferentes estaciones que, simultáneamente, reciben dicha señal. Esta aplicación, inicialmente no prevista, del GPS hizo que en 1983, el Departamento de Defensa desclasificase parcialmente el sistema, posibilitando su utilización para usos no militares, principalmente geodésicos y geofísicos.

El Sistema GPS proporciona óptimas prestaciones en cuanto a productividad, tiempo de observación, fácil adquisición y procesados de datos y transporte de equipos receptores. Las precisiones relativas alcanzadas son del orden de 1 ppm en observaciones durante cortos periodos de tiempo, con equipos menos voluminosos y menores costos económicos que otras técnicas geodésicas – VLBI, SLR- dotadas de precisiones análogas. Básicamente, el Sistema GPS consta de tres partes principales: un segmento espacial, formado por satélites que transmiten señales en dos frecuencias moduladas a partir de relojes atómicos altamente estables instalados a bordo; un segmento de control, consistente en estaciones terrestres para el seguimiento del segmento espacial y actualización de sus señales; y un segmento de usuarios, formado por receptores pasivos que utilizan la señal de los satélites obteniendo posición, velocidad y tiempo.

La Tierra, como cuerpo en el espacio, está sometida a un conjunto de fuerzas debidas a la autogravitación, a la rotación terrestre y a la atracción de otros cuerpos del Sistema Solar, cuya resultante determina su forma y sus dimensiones. El potencial generado por esta fuerza, denominado potencial gravífico, es una función escalar que permite establecer sucesivas superficies equipotenciales. De ellas, la superficie equipotencial coincidente con el nivel medio de los mares en reposo, denominada geoide, se considera una primera aproximación a la forma y dimensiones de la Tierra. Este modelo físico presenta, además de su no accesibilidad por debajo de la superficie topográfica terrestre, irregularidades que hacen que sea imposible obtener una expresión matemática que le defina. Para solventar este problema se establece el elipsoide de revolución como el modelo matemático que más se aproxima a la superficie de la Tierra, si bien es cierto que esta superficie plantea el problema, al igual que el geoide en zonas no costeras, de no ser accesible a la realización de observaciones geodésicas.

Puesto que dichas observaciones se realizan en la superficie topográfica terrestre será necesario establecer ciertos parámetros que nos relacionen estas tres superficies de referencia en determinados puntos de la superficie de la Tierra. Así, la desviación de la vertical, o ángulo que forman la normal al elipsoide y la tangente a la línea de fuerza en el punto de la superficie topográfica terrestre considerado, y la ondulación del geoide o altura del geoide sobre el elipsoide según la normal a dicho punto, expresarán en este punto las relaciones existentes entre ellas. Un Sistema Geodésico o Datum es un conjunto de parámetros que sirven de base para determinar la posición precisa, mediante coordenadas geodésicas, latitud, longitud, y altura ortométrica de puntos situados en la superficie terrestre. En esta definición se consideran tanto estaciones sobre la superficie topográfica terrestre como en la superficie topográfica marina.

Al considerar la diferente naturaleza de la latitud y longitud, coordenadas angulares y altitud, distancia, surge la necesidad de establecer dentro de un mismo sistema geodésico un Datum Horizontal y un Datum Vertical para referencia de medidas angulares y verticales, respectivamente. Un datum geodésico horizontal para una determinada zona está compuesto por las coordenadas horizontales, latitud y longitud, determinadas astronómicamente de una estación, denominada origen del datum; del acimut entre éste y una estación de control, o las coordenadas astronómicas de esta segunda estación; los parámetros de un elipsoide, semiejes o semieje mayor y aplanamiento, ajustándose lo mejor posible al geoide en dicha zona. Para conseguir este ajuste u orientación del elipsoide al geoide se considera que en el origen del datum ambos son tangentes, esto es, tanto la ondulación del geoide como la desviación de la vertical son nulas.

Este método, sin embargo, produce grandes discrepancias entre las coordenadas obtenidas con respecto a otros datums pues, en definitiva, este proceso establece elipsoides locales cuya consecuencia inmediata es un desplazamiento del origen y del eje de rotación de este elipsoide con respecto al centro y al eje de rotación terrestre, respectivamente. El control de estos errores o discrepancias se efectúa mediante estaciones Laplace, convenientemente distribuidas y dotadas de coordenadas astronómicas, desviaciones de la vertical y ondulaciones del geoide. Este control sólo podrá realizarse en zonas pequeñas, pues si se efectúa un cambio de elipsoide, evidentemente, tanto las desviaciones de la vertical como las ondulaciones del geoide observadas en las estaciones Laplace cambiarán.

El datum geodésico vertical es un punto situado en la costa donde se establece el nivel medio del mar, geoide. Este punto, denominado cota 0, es el origen de altitudes. Al igual que en el caso del datum horizontal, existen discrepancias entre diferentes datums verticales, pues el nivel medio del mar dependerá de variaciones de corto período (mareas diurnas y semidiurnas, oleajes y tsunamis) y de largos períodos (variaciones de la presión atmosférica y condiciones de viento, cambios en la configuración batimétrica) y las componentes de mareas de carácter semianual y anual y las debidas a los movimientos del perigeo y del nodo lunar de período 18.6 años; por lo que serán necesarias series temporales de al menos 18.6 años para una determinación óptima de la cota cero, desapareciendo las variaciones de cortos períodos. No obstante, siguen existiendo variaciones debidas a otros efectos, como es la deformación tectónica, por lo que serán necesarias medidas de la gravedad para correcciones en altura, cambios de sistemas de referencia y derivas instrumentales.

La altitud ortométrica de un punto es la distancia desde el geoide hasta el punto considerado de la superficie topográfica terrestre medida a lo largo de la línea de fuerza. Para su determinación no bastará con realizar medidas de nivelación entre el geoide y el punto, pues el no paralelismo existente entre las superficies equipotenciales induce el problema de que, mediante nivelaciones geométricas, la diferencia de altura entre dos puntos y por tanto entre las superficies equipotenciales a las cuales pertenecen sea distinta según el camino efectuado en la nivelación. Debido a esto, para obtener la altitud ortométrica será necesario realizar, además de las mencionadas nivelaciones geométricas, medidas del valor de la gravedad en los puntos intermedios de camino seguido. En primera aproximación la altura ortométrica en un punto situado sobre la superficie topográfica terrestre es la suma de la ondulación del geoide y la altura elipsódica.

Una red geodésica consiste en un conjunto de estaciones dotadas de coordenadas absolutas cuya precisión depende del organismo encargado en cada zona de establecerlas. Según la precisión establecida, las redes geodésicas se clasifican jerárquicamente en primer orden, segundo orden y órdenes inferiores, de tal forma que las coordenadas de los vértices de segundo orden se obtienen a partir de las coordenadas de los de primer

orden, y así sucesivamente. Un valor habitual en cuanto a precisiones es que en las redes de primer orden, las correspondientes tanto a las alturas elipsódicas u ortométricas deben ser menores que un metro y las coordenadas horizontales tienen precisiones relativas entre estaciones adyacentes de 1 parte por millón.

Con la aparición de la Geodesia Espacial, la definición de un Sistema Geodésico cambia radicalmente. Un Datum Espacial está formado por las coordenadas absolutas de algunas estaciones, que conforman un conjunto de vértices denominado poliedro geodésico; un elipsoide de referencia y un modelo geopotencial formado por los valores numéricos de los coeficientes del desarrollo en armónicos esféricos de la ecuación de Laplace; y varias constantes como pueden ser los valores de las velocidades de la luz y de la rotación terrestre, constante de gravitación terrestre y masa terrestre. El origen de este datum puede coincidir con el centro de masas de la Tierra, denominándose datum absoluto, o no; en cuyo caso vendrá dado el desplazamiento del centro del elipsoide con relación al centro de masas terrestre. Asimismo, las efemérides precisas de los satélites que pertenecen a dicho sistema espacial están también referidas a este datum espacial. En este datum las coordenadas horizontales son las mismas que en el caso clásico, pero la altura, ahora, está referida al elipsoide, altura elipsódica, en lugar de la altura ortométrica. También suelen sustituirse por las coordenadas cartesianas geocéntricas.

Esta definición de Sistema Geodésico expresa una concepción global del datum que tiene la ventaja de ser único para cualquier zona de la Tierra. Ciertamente, será necesario relacionar este sistema de referencia a los datum locales anteriormente establecidos mediante el conocimiento experimental o modelado de las ondulaciones del geoide y las desviaciones de la vertical en las estaciones principales de cada red geodésica.

Las redes geodésicas referidas a un datum espacial se clasifican de forma similar que en Geodesia Clásica. Al nivel A pertenecen sistemas de referencia a escala continental formados por estaciones dotadas de precisiones centimétricas y cuyos puntos de control o fiduciales están situados en estaciones de la Red Internacional del Servicio de Rotación Terrestre o de la Red Internacional del Servicio de Geodinámica Terrestre definidas por la técnica VLBI. El nivel B está formado por las redes geodésicas nacionales de primer orden y al nivel C pertenece cualquier otra de rango inferior.

En el caso que nos ocupa, podemos destacar que el Sistema de Posicionamiento Global lleva asociado el Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS-84). Este sistema de referencia se define utilizando datos procedentes del seguimiento de satélites TRANSIT y Láser, medidas gravimétricas realizadas sobre la superficie de la Tierra y ondulaciones del geoide obtenidas mediante satélites altimétricos para regiones oceánicas situadas en latitudes entre 70° N y 70° S, aproximadamente. Este conjunto de datos aseguran un marco de referencia más preciso que los existentes anteriormente, WGS-66 y WGS-72.

[Manuel Berrocoso Domínguez]

»Universidad de Cádiz

la cartografía temática: la Interpretación frente a la métrica

La temática de esta ponencia nos acerca a un tipo de cartografía diferente de la analizada y comentada en las sesiones anteriores, se trata de la cartografía temática. Es difícil encontrar una definición generalista para este tipo de cartografía, ya que cualquier elemento territorial, proceso o actividad puede ser susceptible de representación cartográfica de forma específica. Casi la mejor forma de adentrarnos en este tipo de cartografía es por una vía de negación, es decir, la cartografía temática es toda aquella que no es cartografía general/topográfica.

A diferencia de aquella, centrada en la representación precisa de los elementos territoriales más estables y permanentes del territorio, con el énfasis puesto en la adecuada definición geométrica de cualquier ámbito territorial (con una atención muy especial al relieve) y con unos requerimientos de precisión métrica muy exigentes; la cartografía temática es una cartografía especializada, destinada específicamente a la representación de cualquier elemento, proceso o actividad, con el énfasis puesto en la correcta identificación, caracterización,

evaluación y representación del mismo (suelos, geología, clima, usos del suelo, riesgos de erosión, etc...). En este proceso se parte de un territorio definido métricamente por los mapas generales/topográficos y se incorpora a ellos la información especializada del tema elegido, una información en cuya obtención participan mayoritariamente otro tipo técnicas (toma de muestras y su correspondiente analítica, visitas al campo, tratamiento estadístico, etc...).

Aunque estas técnicas nos permiten identificar y caracterizar el tema a analizar de forma puntual y discontinua (toma de muestras, transectos, perfiles de suelo...), para el proceso de representación cartográfica final en la mayor parte de los casos es necesario trabajar directamente con una representación visual del territorio, proporcionada por fuentes de información específicas: la fotografía aérea o las imágenes de satélite. Por ello, a diferencia de la cartografía general/topográfica donde la tecnología ha favorecido una mayor precisión de forma ininterrumpida (teodolitos, estaciones totales, GPS, fotogrametría digital, etc...) y una normalización de los procedimientos de ejecución a nivel internacional, el proceso de interpretación, en la mayor parte de los casos específico para cada tipo de cartografía temática, es más difícil de normalizar y automatizar, aunque los avances tecnológicos cada vez ofrecen herramientas más útiles en este proceso. De ahí el subtítulo de esta ponencia: la interpretación frente a la métrica.

Un primer carácter diferenciador de la cartografía temática es el ligado a los profesionales que la realizan. En este sentido la mayor parte de la cartografía general/topográfica es producida por un mismo y reducido tipo de profesionales (matemáticos, ingenieros geógrafos, topógrafos...), mientras la diversidad de materias susceptibles de ser objeto de una cartografía temática aumenta extraordinariamente el número de especialistas (geólogos, agrónomos, biólogos, arquitectos, climatólogos, sociólogos, etc...), las técnicas de análisis y los procedimientos de elaboración. Como resultado de ello, no existe una norma común de realización o de representación, a veces, ni siquiera dentro de una misma especialidad o de un mismo estado. Todo ello redundará en una dificultad añadida para su uso, ya que los mapas suelen presentar leyendas muy específicas y de difícil comprensión para el no especialista.

Por otra parte, solo una reducida parte de esta cartografía ha seguido un proceso de institucionalización (mapas geológicos, meteorológicos o de usos y aprovechamientos, casi exclusivamente), siendo en su mayor parte fruto de iniciativas surgidas en actividades particulares, centros de investigación, organismos públicos o universidades. De ello se deriva la dificultad a su acceso y el desconocimiento de su existencia por gran parte de sus potenciales usuarios, incluso a veces dentro de los mismos especialistas en una cartografía temática.

Frente a esta situación, no exclusiva de nuestro país sino bastante generalizada a nivel internacional, nos encontramos con una demanda creciente de este tipo de cartografía, acelerada espectacularmente en nuestro país durante los últimos años por diversas razones:

- La generalizada necesidad de información en nuestra sociedad, y cada vez en mayor medida de información geográfica, ya que la mayor parte de las actividades humanas se desarrollan en el espacio y este espacio es una variable esencial y estratégica en su desarrollo (actividad turística, navegación, comercio, etc).
- El mapa es el elemento de ordenación por excelencia, por lo que tanto la planificación territorial como la urbanística demandan un creciente volumen de información cartográfica para la toma de decisiones territoriales, así como para su gestión y seguimiento. En algunos casos, la propia normativa (Ley de Aguas, Ley de costas, Ley de EIA, por ejemplo) exige determinados tipos de cartografía temática (unidades fisiográficas, riesgos de inundación, unidades de paisaje, etc..)
- El creciente interés por la relación entre las actividades humanas y el medio ambiente, así como el consiguiente desarrollo de la planificación ambiental, está demandando un enorme volumen de cartografía temática para un mejor conocimiento del medio, para explotar racionalmente sus recursos o para mitigar los riesgos asociados a muchos procesos naturales.
- Las propias características del mapa como documento visual capaz de transmitir un importante volumen de información de forma instantánea, y casi el único con capacidad para transmitir las relaciones espaciales de

los diferentes elementos del territorio, erigen al mapa como un instrumento de enorme valor intrínseco para los medios de comunicación.

- La aportación de las nuevas tecnologías está facilitando la elaboración de la cartografía, abaratando sus costes de producción, introduciendo de forma generalizada recursos gráficos de gran poder y repercusión en el usuario final (color, animaciones, vistas 3D, etc...), así como atrayendo el interés de los medios de comunicación social y las emergentes actividades multimedia.

Como respuesta a esta creciente demanda de cartografía temática, en el momento actual se está intensificando su producción, si bien no toda ella presenta las mismas dificultades de elaboración, ni tiene el mismo interés aplicado, ni su proceso de producción está exento de riesgos. En un intento de aclarar esta idea se podría agrupar la cartografía temática en 3 grandes tipos, conectándola con el uso que se hace de ella:

1.- Se podría hablar de un primer tipo de cartografía, que está situada en la base de cualquier utilización potencial de la cartografía temática: la cartografía de **inventario**. Este tipo de cartografía es esencialmente descriptiva e intenta identificar y caracterizar cualquier elemento de la realidad territorial. Es por ello una cartografía temática de difícil elaboración y elevado coste, aunque es necesario subrayar que constituye la base sobre la que posteriormente podremos desarrollar otros tipos de cartografía temática.

2.- Cualquier toma de decisiones sobre el territorio (planificar, construir, desplazarse, transformarlo, etc...) exige, no solo el conocimiento del mismo, sino una **evaluación** de la adecuación de las características de éste a la actividad a desarrollar o de las limitaciones que impone a la misma (limitación administrativa, impactos sobre el medio, riesgos, etc...). Esta necesidad de evaluación ha desarrollado un tipo de cartografía más aplicada, destinada no ya a describir los elementos del territorio sino a valorarlos en función de una actividad y a establecer un diagnóstico sobre su viabilidad.

3.- Finalmente podríamos incluir un tercer tipo de cartografía temática, la de carácter **normativo**, que es la que se encuentra en la etapa final de un proceso de toma de decisiones sobre el territorio, es decir, la cartografía que, generalmente a partir del diagnóstico proporcionado por la cartografía de evaluación plasma las decisiones territoriales adoptadas y que puede tener bien un carácter normativo o prescriptivo (clasificación de suelo en planes urbanístico, delimitación de espacios naturales, trazado final de una infraestructura, delimitación del dominio público hidráulico...) o bien puramente informativo o preventivo (trazado de rutas turísticas, determinación de áreas de riesgo, etc).

La incidencia que la incorporación de nuevas tecnologías ha tenido en todas las fases del proceso cartográfico también ha incidido significativamente en la producción de cartografía temática, si bien ha afectado de forma particular en cada tipo de cartografía. Esta incorporación está exigiendo nuevas iniciativas y retos y, con toda seguridad, va a ampliar el mercado de usuarios potenciales de cartografía temática. Sin embargo, también va a exigir un reciclaje formativo de los productores y planteará nuevos riesgos que es necesario minimizar regulando de forma clara su producción y utilización.

En la **cartografía de inventario** las nuevas tecnologías van a tener una significativa influencia en la precisión geométrica de la cartografía temática, cuestión no incorporada de forma explícita en su producción tradicional y que el proceso de informatización y su manipulación dentro de sistemas de información geográfica requerirá de forma exigente. En este sentido, el trabajo de campo se beneficiará de la aportación de las técnicas de posicionamiento por satélite (GPS), simplificando los trabajos topográficos. La generación de ortofotos y ortoimágenes y su tratamiento digital estarán al alcance de especialistas temáticos, facilitando el proceso de interpretación y garantizando una mayor precisión geométrica en el producto cartográfico final. En el ámbito urbano la posibilidad de gestionar las direcciones postales informáticamente para su georreferenciación (proceso conocido como "geocoding") pondrá al alcance del usuario final un ingente volumen de nuevos datos originales y potenciará nuevos tipos de cartografía (geomarketing, por ejemplo) con un gran potencial de mercado futuro. A su vez, la medición de parámetros directamente y de forma continua a través de sensores remotos (temperatura, actividad clorofílica, rugosidad del terreno, oleaje, altimetría...), y la incorporación de emulsiones en color e infrarrojas color en fotografía aérea, así como su disponibilidad y periodicidad, impulsarán el proceso

de levantamiento de nueva información territorial y abaratarán su actualización. La generación de modelos digitales de elevaciones a partir de interpolación de curvas de nivel o extraídos directamente de los procesos de fotogrametría digital será considerado como una de las variables temáticas de mayor utilización multidisciplinar. Por último, el resultado final del levantamiento cartográfico no será exclusivamente su edición analógica (papel impreso), sino que se utilizará para enriquecer grandes bases de bases de datos informatizadas y georreferenciadas. Con ello, se superarán parte de las limitaciones del formato analógico (no toda la información levantada sobre cualquier temática puede incluirse en el mapa impreso), llegando al usuario de esta cartografía una información mas completa, ordenada, fácilmente manipulable y de rápido acceso.

La **cartografía de evaluación o diagnóstico**, mayormente elaborada a través del tratamiento integral de variables temáticas por superposición cartográfica, se beneficiará de forma significativa de las potencialidades analíticas de los sistemas de información geográfica. No obstante, es necesario incidir en que la calidad de esta cartografía reside en la calidad de las variables temáticas iniciales y por lo tanto de la cartografía de inventario, siendo un tema de gran sensibilidad para el resultado final la coherencia geométrica de las mismas. En el mismo sentido, uno de los documentos cartográficos de mayor potencialidad será la cartografía de procesos y evolutiva, introduciéndonos en un tipo de cartografía dinámica, hasta ahora muy limitada por las restricciones del formato analógico tradicional. Una herramienta que favorecen las nuevas tecnologías será la generación de modelos matemáticos de gran trascendencia en la cartografía de evaluación (modelización de procesos de inundación, erosión, difusión de contaminación o tráfico), si bien de nuevo es muy dependiente de la calidad de las variables de entrada de los mismos y sus condiciones de contorno, lo que nos dirige otra vez a la cartografía de inventario.

En relación con la **cartografía de carácter normativo, preventivo o de información** situada en la fase final de cualquier proceso de toma de decisiones, el impacto de las nuevas tecnologías tendrá un efecto doblemente positivo: facilitará su acceso y consulta (esencial en algunos procesos de planificación) de cara al usuario final e impulsará y simplificará las labores de gestión y seguimiento al facilitar su tratamiento conjunto en SIGs.

En fin, la cartografía en general y específicamente los mapas temáticos parecen estar viviendo un periodo de revolución, alentado por una creciente demanda y una ampliación de los potenciales usuarios. Por una parte, la planificación territorial, urbanística y medioambiental constituye un enorme mercado intensificado en los últimos años; por otra, el territorio se considera un nuevo recurso incorporado a nuevas y emergentes actividades económicas (turismo rural, geomarketing, medios de comunicación, actividades multimedia, ...) y la cartografía es el instrumento esencial para su análisis, representación y difusión. El conocimiento científico de las variables territoriales es igualmente una demanda creciente y las nuevas tecnologías parecen impulsar con fuerza esta revolución.

Sin embargo, este proceso además de nuevos retos plantea también algunos riesgos que conviene evaluar y corregir. Parece absolutamente necesario un proceso de normalización de la cartografía temática de inventario y, si es posible, un proceso de institucionalización que proporcione normas que favorezcan, al menos, su estandarización (de contenidos, semiológica y de formatos informáticos). Por otra parte, al tratarse de cartografía "básica" sobre la que se sustenta el resto de la producción de cartografía temática, se debería impulsar estratégicamente la realización de las series temáticas de mayor interés. Para toda la cartografía temática en su conjunto parece claro que se demanda un proceso de clarificación en la definición de la cartografía exigida por la planificación territorial y medioambiental (uno de los principales mercados actuales), ya que mucha de ella es exigida de forma imprecisa y sin un conocimiento de la situación de partida y de los datos "básicos" disponibles (paisaje, riesgos naturales, etc...).

El proceso de informatización, favoreciendo y facilitando la producción de cartografía, no debiera incidir negativamente en sus exigencias de calidad semiológica (el mapa sigue siendo un documento visual y puede transmitir visualmente una información diferente a los contenidos). Este hecho puede verse intensificado por la aparición de nuevos productores sin una "formación mínima" en los fundamentos geométricos y semiológicos de la cartografía como ciencia.

[José Ojeda Zújar]

los **usuarios de la cartografía, entre el dibujo y el análisis**

Estas Jornadas de Cartografía no podrían ser representativas de todos los sectores sociales implicados en la actividad cartográfica sin recoger la opinión de los usuarios, en cuanto destinatarios últimos del trabajo de los otros sectores. Son los usuarios, como demandantes en un mercado en parte abierto, los que han marcado siempre el quehacer de los cartógrafos; ya fueran marinos en la Baja Edad Media, comerciantes holandeses en el siglo XVII, militares en el siglo XVIII, geógrafos en el XIX o ingenieros hoy día. Por tanto las necesidades de quienes hacen un uso final de los mapas deben orientar las líneas de investigación y producción del resto.

Sin embargo puede apreciarse en esta coyuntura de transición tecnológica un cierto desfase entre ofertas y demandas, que sin duda está generando demandas insatisfechas, las cuales a su vez se vienen cubriendo mediante la mezcla de papeles entre productores y usuarios. Esta será pues la tesis central de esta ponencia: la existencia de demandas desatendidas.

Para conocer cómo se producen este tipo de desfases podemos establecer la comparación con otro momento histórico, por ejemplo con el siglo XVI, la “edad de oro” de la cartografía moderna. Situémonos en Holanda en 1570, donde el editor Ortelio concibe un nuevo tipo de mapa dirigido a la burguesía comercial: el atlas. Para ello le encarga a Mercator que recopile mapas de todos los países y este envía a Sevilla a un propio, suponiendo que la Casa de la Contratación podría proporcionarles un repertorio de planos de España y América. Sin embargo se encuentran con que el Cosmógrafo Mayor sigue haciendo cartas portulanas, por lo que tienen que encargarle a Jerónimo Chávez que elabore un mapa de Andalucía con los nuevos criterios de Mercator, aquellos que habrían de fundar la cartografía moderna.

Saltemos cuatro siglos y vengamos al año 1999, también en Sevilla. Una empresa belga de capital holandés y que trabaja para la industria automovilística alemana emprende el trabajo de recopilar un atlas digital de Europa para los sistemas de posicionamiento de vehículos. Para ello crea una filial en España que compra todos los mapas y planos que encuentra en el mercado, comenzando por los callejeros que suelen editar casi todos los Ayuntamientos. Esta voluminosa documentación en papel es remitida a Bruselas, donde se digitaliza e instala en los coches que hoy día pueden ya adquirirse. Como vemos, las coyunturas se repiten y si acaso la única diferencia es que a partir del 2000 la digitalización no se hará en Bélgica sino en la India.

Este último ejemplo evidencia la existencia de demandas insatisfechas y, si acaso se trate de un caso muy especial, muestra en cambio los tres rasgos que pueden caracterizar la situación actual de los usuarios:

- la inexistencia de un mercado de cartografía digital con una difusión suficiente, unos cauces de comercialización claros y unos precios asequibles.
- la subsiguiente confusión entre usuarios y productores, que elaboran productos cartográficos muy vinculados a proyectos concretos.
- el requerimiento a estos productos cartográficos -no digamos mapas- de unas capacidades de análisis muy altas, con características como la precisión de sus coordenadas o la conectividad y sentido de las redes.

El mercado de la cartografía, como vimos en un mínimo repaso histórico, ha estado siempre circunscrito a unos sectores profesionales muy concretos y ni siquiera hoy día genera productos de consumo de masas, más allá de los folletos turísticos o las predicciones meteorológicas. Si no por su tamaño, sí por su papel instrumental en las estrategias públicas y por el predominio de la comunicación mediante imágenes, es un sector con una demanda creciente. Este tipo de consumo -el público, el ligado a la ingeniería- sí cuenta con sus cauces de producción y distribución, que atienden este tipo de cartografía topográfica.

Sin embargo, la cartografía de recursos naturales, la de redes de infraestructuras o la de direcciones postales carecen de mecanismos asentados de difusión. Cuando esta documentación se precisa en soporte informático, viene a añadirse la ausencia de un mercado de información digital en general, ni siquiera referido a datos, imágenes o multimedia. Los ensayos de abrir un mercado a través de Internet no cuajan en Europa por falta de seguridad, e incluso la distribución de cartografía digital -o de datos estadísticos- previa petición está estancada por una política de precios errática.

Enfrentados a la inexistencia o carestía de determinados productos cartográficos, los usuarios a menudo recurren a la confección de sus propios mapas temáticos o bases topográficas. En la anterior ponencia se ha constatado que entre los científicos y consultores y en esta se puede observar entre los ingenieros y arquitectos es común que las bases se encarguen para un proyecto y que el propio proyectista las diseñe, cuando no también las edite.

A los organismos productores y a las empresas cartográficas se le plantean varias opciones ante esta situación. Pueden optar por convertirse en suministradores de datos sin elaborar -como ya hacen las agencias estadísticas- o por tematizar sus productos en función de encargos concretos. En todo caso no puede dejar de considerarse muy positivo el que el usuario final pueda controlar el proceso de producción de la cartografía desde fases más previas que hasta ahora, lo cual le confiere libertad en la elaboración de sus mapas.

El ejemplo de los navegadores de vehículos señala un terreno de gran demanda de futuro y con altos requisitos topológicos y de precisión. Pero también en el terreno de la gestión de redes de infraestructuras, de la planificación de obras lineales, del urbanismo o de la gestión local pueden encontrarse aplicaciones de la cartografía que más que buscar la representación pretenden la interpretación del territorio. Las técnicas de seguimiento, modelización y simulación, que van a marcar el trabajo de los científicos y gestores, requieren propiedades de análisis en los mapas.

Igualmente se manifiesta una creciente demanda de resolución, de detalle en los planos. En el medio urbano los usos catastrales requieren alcanzar un nivel de subparcela, el geomarketing necesita localizar direcciones postales o la gestión de infraestructuras debe localizar las redes con precisión centimétrica; al tiempo que en el medio rural los usos agronómicos buscan contar los pies de árboles individualizadamente. Todo esto obliga a un progresivo aumento de las escalas de referencia y a dar mayor protagonismo a la fotografía aérea.

Otro reto que cada vez resulta mayor es la precisión posicional de la cartografía, su capacidad para aportarnos las coordenadas de un punto con escaso margen de error. Este requisito, prioritario tradicionalmente para la cartografía militar y acrecentado por sus nuevos sistemas de posicionamiento por satélite, se vincula tanto a la localización de vehículos como a esa libertad del usuario para unir su propia información a la base topográfica sin problemas de desajuste.

También es apreciable un mayor requerimiento de actualización en los datos geográficos. Dada nuestra creciente capacidad para modificar el entorno, para construir el territorio, cada vez se hace más corto el periodo de vigencia de un producto cartográfico. Hoy no podríamos permitirnos tardar un siglo en levantar un mapa topográfico nacional, pero es que ni siquiera los tiempos de vuelo, restitución y edición son acordes con ciertos usos ambientales o urbanísticos. A este nivel el ejemplo de la estadística sirve como referente en el empleo de técnicas de actualización frecuente, que generan detalladas series temporales. En el ámbito de la cartografía tal vez solamente la teledetección permita un seguimiento así de continuado sobre las transformaciones del territorio.

En los medios científicos, por ser el ámbito donde más intensamente se están experimentando nuevos usos para la información geográfica, están surgiendo procedimientos de análisis en los que se priman la interpretación sobre la representación, las conclusiones sobre el dibujo. Estos métodos de análisis espacial precisan de una información de base con altos requisitos, como el contar con altitud -lo que hará que los mapas dejen de ser planos-, la conectividad de las redes, la codificación normalizada, el sentido en los flujos, etc. Todo esto obligará a un control de la calidad de la información mucho más exigente.

Entre los técnicos crece igualmente la necesidad de una cartografía más tematizada, superadora del concepto de lo topográfico como aquella parte visible de un espacio. Resulta significativo que en nuestras leyendas suelen aparecer elementos como puertos de montaña, postes telefónicos o caminos de herradura mientras nos faltan símbolos normalizados para gaseoductos o telecomunicaciones. La descripción cartográfica de un territorio debe recoger aquellos elementos geográficos que hoy realmente lo estructuran, muchos de los cuales no coinciden con los más visibles. Con esto se trata no sólo de aprovechar las posibilidades tecnológicas sino ante todo volver a aquella unión entre cartografía y estadística del primer Instituto Geográfico y Estadístico de España.

Todas estas características que hoy aparecen como necesidades, y que en las próximas décadas fructificarán o no en función de que ahora abramos o cerremos ciertas puertas, nos obligan a seguir experimentando, creando y difundiendo para ofrecer a la sociedad el tipo de cartografía que realmente pide. Tal vez sigan siendo el turismo, la ingeniería o el ejército donde se mantenga el grueso de la demanda, pero en todo caso bajo nuevas formas.

Hoy por hoy hemos de reconocer que -tal vez por aquello que dijo Hawking de que "la técnica crece más deprisa que la inteligencia"- carecemos de herramientas para realizar muchos de los análisis que se plantean como necesarios. En todo caso estas capacidades analíticas son las que más pueden enriquecer el conocimiento espacial y de hecho los ensayos que ya comienzan a hacerse muestran que la cartografía está abierta a nuevos usos, más allá del concepto tradicional de mapa.

[Francisco Sánchez Díaz]

»Instituto de Cartografía de Andalucía

la nueva formación en cartografía

Entre los usuarios de la cartografía podemos diferenciar dos grandes grupos. De un lado nos encontramos nosotros, los técnicos que entendemos de coordenadas, de proyecciones, de GIS, etc. y que sabemos que esto es muy caro y muy complicado. Por otro lado está el resto del mundo que consume cartografía: mapas turísticos de las ciudades, guías, mapas de carreteras, etc. Mi idea es muy simple: la proporción que tiene un grupo y otro va a cambiar y de hecho está cambiando muy radicalmente. En un horizonte muy próximo, dentro de 6 o 7 años, la cartografía técnica: topografía, urbanismo, catastro, redes, etc., va a tener un peso parecido al que tiene hoy; a nivel de facturación en las empresas, a nivel de problemática, etc. pero en cambio la cartografía de consumo va a crecer y mucho, al menos por tres factores.

En primer lugar por los copilotos electrónicos, los navegadores de coche que como ya sabéis están en la calle prácticamente. En segundo lugar por los atlas multimedia, la cartografía en CD que resulta muy agradable, muy fácil de consumir y muy barata. Y en tercer lugar, no sé si en último, por los webs cartográficos, los Internet Map Servers. Estos tres vectores son muy potentes y en países de ritmo compulsivo como Estados Unidos ya han tenido su efecto. Mi mensaje es muy simple: la cartografía de consumo está ganando peso. Por ejemplo, MapPoint se va a vender de momento a un precio ridículo: 109 dólares con todo el callejero de Estados Unidos. Imaginemos que nos venden por 15.000 pesetas un producto que tiene el callejero desde Cádiz hasta Copenhague a nivel de dirección postal.

Los copilotos electrónicos. Mientras la Unión Europea está pensando si construye o no una base unificada para toda Europa a escala 1:250.000 y van a tardar un año en pensarlo dos empresas han puesto sobre la mesa miles de millones de marcos y han fabricado su callejero desde Copenhague hasta Cádiz, en un formato propietario. Son Tele-Atlas y Navegation Technologies. Esas dos empresas están trabajando, una para Phillips, otra para Siemens, una para Volkswagen, otra para Mercedes, y van a incorporar copilotos electrónicos en cada coche de un cierto segmento del mercado. De momento va a ser un producto de lujo, pero dentro de 5 años se habrán generalizado como los teléfonos móviles.

Los atlas multimedia. Hay un montón ya, por suerte, de atlas multimedia con funcionalidad GIS incrustada mediante programación tipo Map Objects. Por ejemplo hay uno sobre Gran Canarias, el mismo Microsoft ha

fabricado Encarta atlas mundial, etc. Esto está proliferando ya que tienen un precio muy asequible y los tienen los niños en su PC.

A nivel de Internet Map Server quizás lo más impresionante sea Expediamaps. Los mapas, el fondo cartográfico, es lo de menos; lo que importa es el valor añadido de la información que está encima. No sólo localiza cualquier dirección postal de Estados Unidos, sino que una vez has llegado puedes consultar todas las páginas amarillas y puedes pedir: "¿qué taller de coches tengo cerca de tal domicilio?". Si por casualidad queréis ir a un Congreso a California podéis pedir la dirección y a continuación reservar un hotel a 300 metros del sitio donde vais a estar; o sea, podéis hacer reservas on-line. En España esto está empezando, pero este continente es distinto porque la cartografía no es gratuita y eso tiene muchos efectos negativos.

Si vamos hacia ahí, ¿qué pasa con la formación? ¿Es que las universidades son los únicos puntos de formación y van a seguir haciendo la enseñanza clásica? Yo veo tres vectores importantísimos para adaptarse a los cambios tecnológicos en el sector cartográfico y de GIS: primero, por supuesto, postgrados y masters; dos, entrenamiento en software comercial; tres, prácticas en empresas.

Mi pregunta siempre es: ¿cómo romper el círculo maligno universidad-empresa? Si uno quiere en el mercado laboral y las empresas le piden experiencia, ¿cómo adquiere esa experiencia? No es sólo tener un postgrado o saber hacer análisis espacial. Hay que saber hacer funcionar el programa x, y ese programa x ¿dónde se aprende? Es un círculo maligno, difícilísimo de romper. La respuesta es universidad de empresa. Hay universidades como la de Sevilla que este tema lo tienen bien resuelto y pueden garantizar la calidad de los becarios. En la Universidad de Girona tenemos un proyecto europeo que se llama Leonetwork acogido al programa Leonardo que consiste básicamente en lanzar estudiantes españoles a empresas extranjeras. Y aquí en la Universidad de Sevilla, en el Centro de Documentación Europea, tenéis un nudo de esta red Leonetwork.

Hace un año y medio en la Universidad de Girona nos planteamos entrar en esto de la enseñanza a distancia y de entrada dije que no porque era muy aburrido. Cuando ha pasado un año y medio soy un fervoroso apasionado. Esto es el futuro, el presente y el futuro. Hemos montado un master a distancia, que ha tenido ni más ni menos que 66 personas inscritas, en toda España y Sudamérica, y estamos ahora en el proceso de crear un campus virtual de GIS. Este es un proyecto europeo que consiste en crear casos de estudio; por ejemplo, ahora estamos terminando uno que consiste en un caso de estudio de impacto ambiental, cómo hacer un estudio de impacto ambiental con GIS. Va a estar en el web y va a ser gratuito. Y además de éste cada universidad, las americanas y las europeas, están haciendo un caso.

UNIGIS es una red internacional que funciona curiosamente como una franquicia. En Girona estamos pagando unos royalties al nudo central, que está en Manchester, a cambio del material didáctico, que es muy bueno y actualizado. Este consorcio empezó en 1992 en Inglaterra y se ha extendido ya por todo el mundo. Ahora se está ofreciendo en inglés, en francés, en alemán, y también en español. Han sido ya más de 1.500 los estudiantes que han pasado por ese curso y hay unas 100 personas dedicadas en todo el mundo a dar servicio a ese curso. Hemos lanzado el primer postgrado master, pero no va a ser el único. Dentro de muy poco, no sé donde, pero es evidente que vais a encontrar una oferta de formación en la red, gratuita o pagando.

Quizás os preguntáis, pero ¿quién está pagando por un curso a distancia? ¿Qué tipo de personas hacen esa tontería? Pues son personas que o están en un lugar lejano, como puede ser la Patagonia, o están en un lugar central como puede ser Barcelona o Madrid, pero no tienen tiempo físicamente para ir a un curso con un horario. Tenemos gestores técnicos, consultores consolidados, digamos, académicos, investigadores licenciados, que están en universidades, ayuntamientos, gobiernos regionales, empresas de servicio..., en España y en Sudamérica. Son gente que quiere quizás un título, o que quiere reciclarse y ver qué pasó en los últimos tres años y ponerse al día. Dos tercios de nuestros alumnos proceden de la península y el resto los tenemos repartidos desde Méjico hasta Argentina, lo cual nos lleva algunos problemas de comunicación.

Ya no existen los profesores, hay tutores que solventan consultas; son algo así como doctores en su consultorio que reciben consultas por e-mail, por chat, por teléfono o por fax. Internet es un entorno un poco mágico que

permite dar sensación de realismo, y ahí está el principal atractivo en los cursos a distancia. Ahora tenemos un medio interactivo, multimedia, universal, para ello, y ofrece algunas posibilidades interesantes.

Un tema importante es que podemos fabricar material en soporte multimedia, soporte CD. Pero sobre todo nos interesan las chats que son, digamos, diálogos en la red. Las chats tienen un uso profesional muy interesante, que es la posibilidad de mantener una reunión física a un coste muy bajo y que son muy ricas. Nosotros estamos utilizando chats para que los alumnos discutan temas entre ellos o con los profesores. Algo un poco más difícil es dar realismo, por ejemplo que cuando tú estés hablando con alguien se te aparezca flotando su foto o ¿por qué no?, su procedencia en un mapa. Estamos trabajando en ello y esperamos implementarlo en otoño.

las nuevas tecnologías y los cambios en la cartografía

Ciertas imágenes de la superficie de la Tierra poco tienen que ver con el mundo de la cartografía tradicional y reflejan un concepto novedoso que nos lleva a plantearnos si la definición clásica de la cartografía de la Real Academia de la Lengua como “arte de representar la superficie terrestre sobre un plano” sigue teniendo validez conceptualmente. Por consiguiente, es posible que nos tengamos que plantear que nuestra profesión ha cambiado extraordinariamente y que la cartografía en primer lugar no es estática sino absolutamente dinámica, que no sólo estamos hablando del plano, y que no solamente realizamos representaciones artísticas.

Por otra parte, también me gustaría dejar claro desde el comienzo que los distintos enfoques que se hacen de la cartografía han tendido a diferenciar lo que se concibe como la cartografía pura, que busca fundamentalmente la exactitud en la elaboración del mapa, frente a la que busca sobre todo la eficacia comunicativa del mapa. Lo que quiero decir desde el principio es que esta segregación por la que se intenta separar lo que es la cartografía pura de otra serie de representaciones que no son tan perfectas como ella, hoy con el avance tecnológico es absolutamente falsa, y deberíamos preguntarnos si medimos bien y si situamos bien las cosas si no utilizamos las nuevas tecnologías.

Ante estas dos cuestiones que planteo inicialmente vamos a hacer un análisis sobre si realmente estamos en una evolución lógica de las técnicas de la cartografía o ante un proceso de revolución conceptual de la cartografía. Para ello, he intentado hacer una representación de la historia de la cartografía en cuanto a los hitos tecnológicos, dividiendo esta historia en cuatro fases fundamentales por la incidencia de las técnicas. A lo largo del proceso histórico se han sucedido diversos momentos tecnológicos en la producción cartográfica. Una primera fase **manual** se inicia cuando al primer hombre se le ocurrió plasmar en un plano elementos espaciales, con unos medios que duran hasta nuestros días. En el siglo XV-XVI se inicia una fase que podemos llamar **mecánica**, que se prolonga también hasta nuestros días. Una nueva evolución de la tecnología se produce en el siglo XIX, que es la fase que he denominado **fotoquímica**. Ya en el siglo XX, ocupando muy pocos años -la fotoquímica ocupa prácticamente 180 años- la fase **electrónica** que se inicia hace escasamente 20 ó 30 años según los países.

La fase manual daba lugar a representaciones artísticas de calidad y que dependían de un proceso muy largo en el que pacientes y expertos grabadores y dibujantes generaban ejemplares únicos para un público muy restringido. Este concepto sigue vigente algunas veces hoy en día, cuando surge la necesidad de contar con un equipo de personas muy pacientes para elaborar con arte el mapa.

En el siglo XV se da paso a la fase mecánica con el invento fundamental de la imprenta, que permite ya reproducir series de mapas y abrir el mundo de la cartografía no a un público amplio, así como perfeccionar los sistemas de representación de la superficie terrestre. En esa fase hay un primer acomodo manual-mecánico y una fase ya absolutamente mecánica. En el siglo XVIII hay un cambio conceptual en la representación cartográfica forzado por los avances en óptica, los barómetros de precisión, el inicio de la triangulación, etc. El cartógrafo varía el modo de representar la Tierra y construye la primera cartografía moderna. Desde el siglo XVIII, salvo un elemento concreto como es la curva de nivel, se viene representando exactamente lo mismo en los mapas hasta hoy en día.

En el siglo XIX se inicia la fase fotoquímica con una evolución en óptica y química vinculada a la litografía y la fotografía, que dan lugar al comienzo de la impresión en color de la cartografía y a trabajos de reproducción en laboratorios. Y evidentemente esto va a modificar totalmente el enfoque de representación de la cartografía, más aún cuando en el siglo XX comienza la fotografía aérea, que incide ya en todas las fases de creación de la cartografía.

Y por último, la fase electrónica que siendo tan corta, teniendo apenas 20 o 30 años de vida, a su vez puede ser dividida –dado que las evoluciones se van acelerando a lo largo de la historia de la cartografía–, en una fase mecánica-digital, de acomodación de lo mecánico a lo digital y en una fase estrictamente digital que prácticamente se inicia en los años 80. Si esta fase electrónica las concretamos a algunos de los aspectos relacionados con la producción cartográfica, podemos observarlo en la sustitución de los restituidores analógicos por los analíticos primero y ahora ya digitales; en el posicionamiento por el paso de los teodolitos a las estaciones totales, los geodolitos y recientemente la constelación de satélites de GPS que producen datos directamente tratables por ordenador.

Si sólo analizamos el punto de vista de la incidencia de la técnica sobre los procesos de producción no tendremos en cuenta la incidencia real que esta nueva tecnología está teniendo sobre la cartografía. Si solamente consideramos la vertiente material estaremos ante un proceso normal de evolución de la tecnología, de evolución acelerada pero sin saltos. El proceso cartográfico sigue teniendo unas fases de selección, clasificación, simplificación y simbolización que lleva del dato geográfico al mapa. Y en todas esas facetas las nuevas tecnologías inciden: los sensores remotos, los sistemas de GPS, los geodolitos, los sistemas CAD, los sistemas de asistencia al trazado automático de mapas, etc. Pero hay un nivel donde la incidencia de la tecnología sobre el mapa afecta a su mismo concepto, y es en el paso del mapa como representación a la información espacio-temporal.

Si tomamos la variable de más reciente uso en la cartografía convencional topográfica, la representación del relieve, y analizamos la incidencia que tiene la tecnología sobre esta representación vemos que desde el siglo XV el relieve se ha representado de modo muy diverso. Al principio se dibujaban montañas, en el siglo XVIII aparece el sombreado y en el siglo XIX surge la curva de nivel a partir de los conceptos de la cartografía náutica, hasta llegar al siglo XX en que todos estamos acostumbrados a considerar el relieve como el elemento fundamental de la cartografía. La tecnología incide sobre este tipo de representaciones pues podemos generar las curvas de nivel automáticamente por estereocorrelación de imágenes pero seguimos haciendo lo mismo, no estamos cambiando el concepto de la cartografía. Es el paso de la máquina de escribir al procesador de texto, pero seguimos haciendo lo mismo.

Sin embargo hay procedimientos condicionados por las nuevas tecnologías que convierten al elemento relieve en algo no estático, algo dinámico, algo sobre lo que podemos hacer modelización y evaluación y prever futuros desarrollos sobre el espacio en función de esas simulaciones. Estos son los sensores remotos, que nos dan una nueva visión de la Tierra, y los sistemas de información geográfica que van a permitir analizar y modelizar toda la información creada con un posicionamiento correcto. Lo fundamental es que el mapa ha pasado a ser información espacial y esta necesita unos actores nuevos, necesita un equipo pluridisciplinar para trabajar sobre ella.

En la relación entre información y realidad un elemento fundamental es que la cartografía se convierte en dato espacial y en elemento trascendental para la construcción de sistemas de información sobre el territorio, que tienen calidad métrica suficiente como para convertirse a sí mismos en pura cartografía. La utilización de ortofotos o de ortoimágenes se acomoda mucho mejor a la necesidad de acelerar los ritmos de análisis del espacio, dado que se ha pasado de los 10 años que era clásico en los vuelos nacionales y censos a una situación en la que se pretende cada cinco años reconocer el territorio. Pero no es suficiente, pues la nueva tecnología se adapta mejor a hacer un análisis continuo del espacio: nos evidencia que necesitamos hacer un análisis territorial sin rupturas y acabar posiblemente con la diferenciación entre lo náutico y lo topográfico.

Pero además nos permite apreciar que hay situaciones verdaderamente obsoletas desde el punto de vista del acceso al conocimiento del territorio. Si comparamos los condicionantes que desde el mundo militar se ponen para el conocimiento espacial, como son las zonas con restricciones al vuelo, con las imágenes que de esas mismas zonas nos proporcionan los satélites civiles se aprecia cuan absurdas resultan ciertas censuras.

Otro elemento que nos permiten valorar las nuevas tecnologías es que ya no nos basta con esa evaluación de la calidad de la cartografía consistente en la precisión de 0.2 milímetros a la escala del mapa. Eso ya no tiene sentido por sí solo, sino que necesitamos un control de la calidad de la información mediante herramientas que nos permitan ver las relaciones espaciales de los elementos y validar la calidad estadística de la representación espacial. En ese sentido, con la entrada en el mundo de la información estamos echando en falta la existencia de una autoridad, yo no diría legal sino moral, que normalice, estructure, almacene, planifique y mantenga la información espacial. Estamos ante un caos de información espacial que hay que ordenar.

Todo esto empieza ya a reflejarse en las estructuras de los organismos, que se dotan de sistemas de información territorial donde entran no sólo la cartografía clásica sino otros muchos elementos de información espacial. Esto da lugar a un nuevo papel de la cartografía y también de los agentes de la cartografía con la aparición de esos equipos pluridisciplinarios, lo que además genera problemas de formación continua y problemas de transvase de los profesionales.

Y condicionado porque la cartografía ha entrado en el mundo de información surge la polémica sobre la difusión de la información, sobre el valor añadido a esa información, sobre la propiedad intelectual, sobre los costes de la información, sobre la política de precios caros para proteger lo que ha costado su producción o sobre la política de precios baratos para intentar que este mercado eclosiona de una vez.

Todo lo anterior lleva a que hay que dejar de pensar en el mapa como un documento para la edición y pensar más bien en la información espacial como una fuente generadora de muy diversas y posibles representaciones y que probablemente los mapas topográficos serán una -y probablemente no la más importante- de las formas de representar la información geográfica. Y finalmente decir que estamos en el momento crítico de proceder a esa revolución del modelo conceptual sobre lo cartográfico, mucho más allá de la mera transformación tecnológica de los procesos de producción.

[José Manuel Moreira Madueño]

»Consejería de Medio Ambiente

Conclusiones

Las Jornadas de Cartografía han intentado responder a la pregunta que planteaba su lema: "La cartografía hoy: evolución o revolución?" mediante un debate entre los principales agentes cartográficos. Estas Jornadas han puesto en evidencia:

- La multiplicación de organismos productores de cartografía y la falta de coordinación entre los mismos.
- La alta precisión alcanzada por la cartografía topográfica básica y la necesidad de mejorar en aspectos esenciales como la toponimia.
- La elevada producción cartográfica temática, que se ha convertido en un producto con alto valor añadido que requiere de la investigación de múltiples
- Los problemas que sufren las empresas cartográficas para adaptarse a los nuevos cambios, resumidos en: la necesidad de diversificar productos, la formación continua de los profesionales; el incremento de la competencia con instituciones públicas y con consultoras privadas de ingeniería que producen cartografía; la falta de programas estables de producción cartográfica, que generan incertidumbre en cuanto a las perspectivas a medio y largo plazo de las empresas y; la falta de estructura gerencial de las empresas cartográficas.
- La existencia de nuevos usuarios de cartografía temática, que amplían el antes estricto mercado circunscrito a los profesionales usuarios. Esta demanda no sólo se desarrolla en torno a la cartografía destinada a los

productos turísticos, con un gran crecimiento, sino a los navegadores de vehículos, a la gestión de redes de infraestructuras y a la gestión local. El incremento de la cartografía está correlacionada con la cada vez mayor disposición de bases de datos georeferenciados que permiten sobre la cartografía básica diseñar cartografía temática a la carta.

- Los extraordinarios cambios tecnológicos experimentados a partir de los 60, especialmente la revolución electrónica, que ha alterado los procesos de toma de datos, diseño, producción y reproducción, hoy totalmente integrados por el ordenador e incrementan la capacidad de interrelacionar interfaces marina y continental, relacionar diferentes escalas de representación, facilitar el control de la calidad estadística de la información, etc.
- La necesidad de homogeneizar, estructura, almacenar y conservar los datos. Se evidencia la carencia de normas generales y criterios establecidos para la recogida, procesado, almacenamiento y recuperación de datos y la elaboración de planes para la creación, conservación y distribución de archivos digitales.
- Los problemas de derecho de propiedad de la información, como consecuencia del manejo de una información territorial producida por unos organismos a los que se le añaden nuevos valores por otras instancias, dando lugar a los productos en los que los derechos de autor no aparecen clarificados.
- La dificultad de homogeneizar criterios acerca de los precios de venta de las informaciones cartográficas, coexistiendo dos tendencias, la que establece que para salvaguardar los derechos de autor y defender la calidad y coste de la información se requiere una política de precios elevada; y la que considera que con precios bajos se evitan mercados paralelos y se asegura el fomento de un mercado de la información espacial con una base única de referencia.

Las conclusiones que han podido extraerse de las mismas pueden resumirse, sintéticamente, en las siguientes:

- La sustitución de las tecnologías fotoquímicas por las electrónicas se ha producido a un ritmo tan rápido que ha dado lugar a un cambio definible como revolucionario.
- Las nuevas tecnologías han solucionado el problema de la precisión en la localización y abierto nuevas posibilidades a la interpretación.
- Los usuarios técnicamente más avanzados están pidiéndole a los productos cartográficos unas capacidades de análisis que el mapa tradicional no permite.
- Esos usuarios técnicos han sido y seguirán siendo una minoría, pero los usuarios no especialistas van a crecer en esta sociedad de la información donde predomina la comunicación visual.
- La proliferación de información geográfica obliga a una homogeneización de los productos, sobre todo en la cartografía temática, para asegurar su difusión.
- La conservación de esta información –que en el futuro será cartografía histórica- puede resultar problemática, no tanto por los soportes digitales sino por su constante actualización.
- Una vez asentado el cambio tecnológico se avecina una revolución conceptual que sustituirá el mapa por otras formas más expresivas de representar el territorio.

El debate ha dejado asentadas, por tanto, algunas ideas que empiezan a conformar un nuevo paradigma interpretativo, aunque este debate sobre el futuro de los mapas sigue aún abierto. Por ello, estas conclusiones no pretenden cerrar el debate, sino avanzar en una nueva fase del mismo. Esta fase puede caracterizarse por la constatación de que nuestro concepto tradicional de mapa ha quedado obsoleto, si bien su alternativa –eso que a lo largo de las Jornadas ha venido llamándose “información geográfica”- aún tiene límites imprecisos. Definir esos límites, ensayar nuevas formas de representar el territorio y alumbrar una nueva semiología espacial será una tarea para la próxima década, en la cual los geógrafos deben adoptar un papel protagonista.

[Manuel Benabent Fernández de Córdoba]

»Presidente de la AGPA

Bibliografía

- ALINHAC, G.: “Aperçu de la Cartographie dans le Monde. Cartographie Historique et Descriptive”. Fascículo IV Instituto Geográfico Nacional. París, 1965. p. 45

- ALONSO BAQUER, M.: "Aportación militar a la cartografía española en la Historia Contemporánea". C.S.I.C. Instituto de Geografía Aplicada. Madrid, 1972.
- AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. "Glossary of Mapping Sciences". ASCE. New York, 1994.
- ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ESTUDIOS FOTOGRAFÉTRICOS. Tomos I al V. Facultad de Ciencias de la Universidad Central. Madrid, 1928 – 1935.
- BOSQUE SENDRA, J. "Sistemas de información geográfica". Rialp. Madrid, 1992.
- BERROCOSO, M.: «Desarrollo de una red geodésica mediante técnicas GPS: planificación, observación, procesado y ajuste». Boletín ROA, núm. 1/93, San Fernando, 1993.
- BOLETÍN DE CARTOGRAFÍA. números I al VII. Seminario Español de Estudios Cartográficos. Madrid, 1961 – 1963.
- COMAS, D. Y RUIZ, E. "Fundamentos de los sistemas de información geográfica". Ariel. Barcelona, 1993.
- CHUVIECO, E. "Fundamentos de Teledetección Espacial". Madrid, 1990.
- DOLEZAL, E.: "La fotogrametría en España. Anales de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos". Núm. 2. Madrid, 1928.
- GÁRATE, J., BERROCOSO, M., MARTÍN, J., CATALÁN, M., HERNÁNDEZ, F.: "Red geodinámica Andalucía Oriental-Norte de Africa: Diseño y Primeras Observaciones». Física de la Tierra, número 8, UCM. Madrid, 1996.
- GAZAPO VALDÉS, D.: "La cartografía militar. Publicaciones de la Real Sociedad Geográfica". Serie B. N° 83. Madrid, 1941.
- IBÁÑEZ, C. Y MERINO, M.: "El enlace geodésico y astronómico de Europa y Africa". Aguado. Madrid, 1880.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA. "El conocimiento del territorio: otros organismos oficiales" Sección XI. Grupo 42. Madrid, 1992.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. "La imagen del mundo: 500 años de cartografía". MOPT. Madrid, 1992.
- LAUSSE DAT, A.: "Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin Topographiques". Vol. II-2. Gauthiers-Villars. París. 1903 p.23.
- MELON, A.: "Curriculum vitae de la cartografía moderna". Estudios geográficos núm. 99 – Madrid, 1965.
- MIRANDA CANALS, J. "La cartografía cap als anys 1990". Revista Catalana de Geografia, nº 2, vol. 4, 1990.
- NÚÑEZ DE LAS CUEVAS, R.: "Historia de la cartografía española La cartografía de la Península Ibérica i la seva extensió al continent Americà". Instituto Cartográfico de Catalunya. Barcelona 1991. pp 153 –223.
- NÚÑEZ DE LAS CUEVAS, R.: "El Mapa Topográfico Nacional. Conmemoración del centenario del General Ibáñez e Ibáñez de Ibero". Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid, 1991. pp 79 – 106.
- NÚÑEZ DE LAS CUEVAS, R.: El hacer cartográfico desde principios del siglo XX. Geografía de España. Tomo I. Océano – Instituto Gallach. Barcelona, 1994. pp 127 – 139.

Agenda

- MASTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. 2ª edición. 1999-2000. Fundación Politécnica de Catalunya: la formación continua. Universidad Politécnica de Catalunya. Av, Diagonal 649, 4ª. 08028 Barcelona. Tf. 93 401 58 69 / 902 10 31 58. Fax: 93 333 09 60.
- MASTER EN MEDIO AMBIENTE URBANO Y SOSTENIBILIDAD. 3ª edición. 1999-2000. Fundación Politécnica de Catalunya: la formación continua. Universidad Politécnica de Catalunya. Av, Diagonal 649, 4ª. 08028 Barcelona. Tf. 93 401 58 69 / 902 10 31 58. Fax: 93 333 09 60.

- MASTER EN VALORACIONES INMOBILIARIAS. 19ª edición. 1999-2000. Fundación Politécnica de Catalunya: la formación continua. Universidad Politécnica de Catalunya. Av, Diagonal 649, 4ª. 08028 Barcelona. Tf. 93 401 58 69 / 902 10 31 58. Fax: 93 333 09 60.
- MASTER EN GESTIÓN URBANÍSTICA. 13ª edición 1999-2000. Fundación Politécnica de Catalunya: la formación continua. Universidad Politécnica de Catalunya. Av, Diagonal 649, 4ª. 08028 Barcelona. Tf. 93 401 58 69 / 902 10 31 58. Fax: 93 333 09 60.
- MASTER EN HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. 11ª edición 1999-2000. Fundación Politécnica de Catalunya: la formación continua. Universidad Politécnica de Catalunya. Av, Diagonal 649, 4ª. 08028 Barcelona. Tf. 93 401 58 69 / 902 10 31 58. Fax: 93 333 09 60.
- XXXIV CURSO INTERNACIONAL DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. Para postgraduados. Enero-julio 2000. Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea. Tf. 93 319 53 00. Fax: 93 268 45 84.
- CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN. Modalidad a distancia. Predicción de impactos ambientales. Restauración de espacios degradados. Legislación ambiental. Departamento de proyectos y planificación rural. Unidad docente de planificación y proyectos. ETS de Ingenieros de Montes. Tf. 91 336 70 87 Fax. 91 336 70 87 / 91 543 95 57.
- ORDENACIÓN, RECUPERACIÓN Y MEJORA DE CUENCAS: EL RÍO GUADALETE. Jerez de la Frontera. 22-25 de noviembre de 1999. Sede de la jornada: Tf. 956 303 011 Fax: 956 311 300. Secretaría de la Jornada: Tf. 954 460 251. Fax: 954 461 252.
- III JORNADAS DE ESTUDIO Y DEBATE URBANO. Ciudades y villas camineras y jacobeanas. León, 21 al 23 de octubre de 1999. Facultad de Filosofía y Letras. Campus de Vegazana.
- CURSO URBANISMO'99. El urbanismo sostenible y los delitos relativos a la ordenación del territorio. Diputación Provincial de Málaga. Málaga, 18, 19 y 20 de octubre de 1999.
- III SEMINARIO SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA. Sevilla del 24 al 26 de noviembre de 1999. Comisión Europea. Junta de Andalucía. Ministerio de Medio Ambiente.
- MASTER UNIVERSITARIO EN PROYECTO DEL TERRITORIO. Medio ambiente, paisaje y sostenibilidad. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Castilla la Mancha. Ciudad Real. Noviembre 1999-Diciembre 2000.

Noticia tomada del Boletín de la AGE

El Tribunal Superior de Justicia de Asturias (TSJA) puso fin el pasado 18 de enero al conflicto suscitado en mayo de 1995 por la revisión de las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Lena (Asturias) por un equipo dirigido por el geógrafo y director del Centro de Cooperación y Desarrollo Territorial (CeCodet) de la Universidad de Oviedo. Esta sentencia de la Secc. 1ª de la Sala de lo Contencioso-Administrativo del TSJA desestimó el recurso interpuesto por el Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias contra el acuerdo del Pleno del Ayuntamiento de Lena, así como el recurso de súplica formulado ante el Consejo de Gobierno del Principado de Asturias contra el Acuerdo de la Comisión de Urbanismo y Ordenación del Territorio de Asturias (CUOTA), por el que se aprobó definitivamente la revisión de las Normas.

El Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias recurrió a la vía judicial al entender que dicha revisión había infringido el art. 109.4 del texto Refundido de la Ley del Suelo por carecer de la firma de un técnico competente. El Principado de Asturias salió en su defensa y en la del Ayuntamiento de Lena y respaldó la aprobación en la forma y en el fondo.

En esta misma línea se manifestó la Sala de lo Contencioso-Administrativo del TSJA que se expresa del siguiente modo en base a una sentencia del 7 de octubre de 1985: «La frase genérica de facultativos competentes, con título oficial, que emplean los arts. 31.2 del Texto Refundido de la Ley del Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, y 123.4 del Reglamento de Planeamiento, tiene el evidente designio de no vincular el monopolio de redactar los Planes Municipales a alguna determinada profesión, sino la de dejar abierta la entrada a todo título facultativo oficial que ampare un nivel de conocimientos urbanísticos que se correspondan con la clase y la categoría de los proyectos que suscriba su poseedor». Y añade: «En dicha sentencia se hace notar que la ciencia del urbanismo es esencialmente interdisciplinar por confluir en ella conocimientos procedentes de las más variadas ramas del saber humano hasta el punto de que se considera ideal deseable que esa actividad sea realizada por un conjunto de profesionales -arquitectos, ingenieros, juristas, sociólogos, geógrafos, artistas, etc., que sin orden de preferencia y bajo una dirección unitaria colaboren en equipo aportando los conocimientos propios de sus respectivas especialidades y ello pone de manifiesto que la ciencia urbanística, en su estado actual, sobrepasa el ámbito específico de las titulaciones discrecionales».

Asimismo, la sentencia del 18 de enero también reconoce que «es evidente que no cabe tachar de falta de competencia al responsable del equipo redactor, pero es que además ningún dato pone de manifiesto que la documentación relativa a la Normas contenga defecto alguno desde el punto de vista urbanístico, ni las sucesivas aprobaciones inicial, provisional y definitiva, controladas por titulados de otras profesiones, entre las que se cuentan precisamente arquitectos, hayan puesto en duda el trabajo realizado por el equipo redactor». Por todo ello, el TSJA desestimó el argumento impugnatorio que sostenía la demanda y, por tanto, el recurso del Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias.