

## LA NUEVA CARTOGRAFÍA

JOSÉ ANTONIO RODRÍGUEZ ESTEBAN

Universidad Autónoma de Madrid

### RESUMEN:

La informática ha cambiado y generalizado el proceso cartográfico. Sencillos programas que funcionan en Internet o son accesibles desde la red, posibilitan la realización de una gran variedad de mapas temáticos, que no sólo sintetizan el conocimiento del medio natural y de las actividades humanas, sino que contribuyen a generar nuevos procesos en su entendimiento. El camino recorrido ha sido largo y aleccionador, y ha venido acompañado de la creación de un sintético lenguaje de expresión que ha evitado, quizá advertidos por el relato de Borges, que se cartografiase la realidad a su misma escala.

### PALABRAS CLAVE:

Lenguaje cartográfico, modelos digitales, cibermapas.

### ABSTRACT:

Information technology has changed and generalised the process of cartography. Simple programmes which operate on the Internet or are accessible via the web make it possible to produce a great variety of thematic maps, which not only synthesise knowledge of the natural environment and of human activities, but assist in generating new processes for understanding them. The road travelled has been long and enlightening, and has been accompanied by the creation of a synthetic expressive language which has, alerted perhaps by the Borges story, avoided mapping reality on the same scale as reality.

### KEY WORDS:

New cartography, cartographic language, digital models, cybermaps.

**RÉSUMÉ:**

L'informatique a changé et généralisé le procès cartographique. De simples programmes qui fonctionnent à Internet ou sont accessibles depuis la Web, possibilitent la réalisation d'une grande variété de cartes thématiques qui non seulement synthétisent la connaissance du moyen naturel et des activités humaines, mais qui contribuaient à une melleure compréhension de ceux-ci. Le chemin parcouru a été long et a été accompagné de la création d'un langage d'expression synthétique qui a évité, peut être avertis par le conte de Borges, de cartographier la réalité à sa même échelle.

**MOTS-CLÉ:**

Nouveau cartographie, langage cartographique, modeles digitales, cybercartes.

Se ha convertido en un lugar común reflexionar sobre el hecho de que nunca como hasta ahora la información territorial ha venido a ser, no sólo abundante y accesible, sino manipulable. Entre las manipulaciones de la información que tienden a simplificar los contenidos haciéndolos inteligibles, destacan, para la enseñanza y en la investigación, los avances conseguidos en lo relativo a su representación gráfica y cartográfica. Los mapas ya no son sólo láminas de papel con una seleccionada información territorial, se han convertido en imágenes conectadas a bases de datos capaces de reflejar los más variados fenómenos, incluyendo en su representación las cuatro dimensiones espacio-temporales. De esta forma, una larga serie de datos que requerirían muchos instantes de atención, se convierten en algo inmediatamente comprensible, lo que Jacques Bertin ha caracterizado como un instante gráfico.

Los procesos de transformación que están teniendo lugar en todo lo relativo a la cartografía, afectan directamente a la esencia misma del hecho cartográfico, hasta el punto de que los cambios han venido acompañados de nuevas, y en ocasiones vacilantes voces, que tratan de concretar los nuevos avances y puntos de vista. En este sentido, lo que conocemos como "mapa", ha pasado a denominarse "modelo analógico del terreno" para dar cabida así a los cada vez más comunes "modelos digitales del terreno" (MDT), esto es, los mismos mapas pero con la información digitalizada, convertida en dígitos o números, lo que permite su fácil manipulación por ordenador. Cuando estos mapas digitales contienen información sobre la altitud o tercera dimensión, se les denomina "modelo digital de elevaciones" (MDE, o en su siglas sajonas, Digital Elevation Model, DEM), lo que permite, no sólo ver valles y montañas con claridad, sino también hacer con facilidad cálculos sobre diversos aspectos del territorio, como visibilidad, pendientes, volúmenes, formas, etc.

Pero de entre estos avances, lo que está coadyuvando con decisión en el análisis territorial son los denominados "sistemas de información geográfica" (SIG) (Geographic Information Systems, GIS), en referencia a programas informáticos capaces de contener la información gráfica de los mapas en distintas capas, transparentes pero diferenciadas (p. ej.: una capa con curvas de nivel, otra con cultivos

y otra con los núcleos de población), asociadas dinámicamente a bases de datos (esto es, con la información sobre las altitudes en cada punto, los cultivos por zonas y el número de habitantes). Esto permite, no sólo reflejar gráficamente los distintos cambios que se produzcan, sino también, mezclando las capas, deducir, por ejemplo, qué cultivos están en una determinada inclinación sobre el terreno, lo que convenientemente mezclado con otras capas de información, como por ejemplo los tipos de suelo, nos puede orientar de inmediato sobre determinadas acciones territoriales. Pero hay más, la información que requieren estos programas puede ser recogida directamente de las imágenes digitales tomada por los satélites, permitiendo así distinguir los distintos elementos geográficos por su calidad cromática, lo que unido a las restantes capas de información, fácilmente actualizables mediante Internet, nos proporciona una herramienta de entendimiento territorial de gran utilidad.



Fig. 1. Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de la Comunidad de Madrid representando el relieve, elaborado con el programa Surfer, uno de los muchos que pueden realizar este tipo de representaciones. La información para su elaboración está disponible en Internet, siendo su fichero un MDE de toda la superficie terrestre, GTOPO30, realizado bajo la dirección de la U. S. Geological Survey's EROS Data Center (EDC). Véase para toda la Península Ibérica la página: <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/Data.Datos.html>.

Todos estos nuevos procesos cartográficos han sido englobados en lo que se conoce como "visualización geográfica" (Geographic Visualization, GVis), indicando inicialmente que la información territorial ha pasado a una pantalla, que los mapas ahora son dinámicos y que ello puede conllevar un nuevo entendimiento de los mismos fenómenos estudiados, en función de la posibilidad de transformar con las imágenes los puntos de vista. Lo que antes era un producto perfectamente acabado, listo para ser utilizado como guía o base de análisis, ahora es un mundo de posibilidades en la configuración de una imagen cartográfica que ofrezca la información que necesitamos, con los cambios de escalas requeridos, lista, podríamos decir, para responder a cuantas preguntas espaciales, topológicas y geométricas, queramos hacer. Las investigaciones en este sentido se inscriben y tratan de liderar las más generales sobre la visualización en la computación científica (Visualization in Scientific Computing, ViSC), en conjunción con la realidad virtual (Virtual Reality, VR) y su influencia sobre los procesos en el conocimiento científico<sup>1</sup>.

Pero los cambios de los que estamos hablando distan de ser lineales y evolutivos respecto a la cartografía clásica. Se producen avances espectaculares, retrocesos clamorosos, se generalizan los logros con rapidez inusitada en algunas ocasiones, mientras que en otras éstos se reservan a determinados ámbitos. Pero todo ello no hace más que mostrar la necesidad de que los enseñantes conozcan estos nuevos hechos para poderlos adaptar a sus tareas docentes.

## UN LARGO CAMINO EN EL CONOCIMIENTO Y LA REPRESENTACIÓN DEL TERRITORIO

Por supuesto, el camino hasta llegar aquí ha sido largo y, como en otros casos, ha venido acompañado de trascendentes logros científico-técnicos, así como de importantes cambios sociales, que en el proceso cartográfico parecen sobreponerse en dos direcciones: el avance en el conocimiento de la forma de la Tierra y, en los modos de representación del medio natural y de la actividad humana.

El conocimiento preciso de la forma de la Tierra es algo que sólo ha sido posible gracias a los satélites artificiales que desde los años sesenta acompañan a nuestro planeta, dotados de sensores cada vez más perfeccionados. La nueva geodesia espacial va desplazando a la geodesia terrestre, gracias a la cual se había ya alcanzado un alto grado de precisión, logrado, curiosamente, con el conocimiento de la bóveda celeste; referencia imprescindible en las mediciones terrestres.

---

<sup>1</sup> Véase MacEachren (1998) y los artículos que acompañan las investigaciones realizadas por la ICA, Commission on Visualization, accesibles a través de Internet en la dirección: «<http://www.geog.psu.edu/ica/icavis/icavis/poland1.html>».

Es memorable y quizá una de las historias científicas más curiosas, y como tal un recurso didáctico de gran valor, el proceso seguido en el conocimiento de la figura y dimensiones de la Tierra. A la asunción de su redondez en el siglo XVI, se unió la de su perfecta esfericidad. Pero los intentos realizados para conocer sus medidas exactas, especialmente mediante las mediciones de la gravedad, pusieron de manifiesto, un siglo después, que no era una esfera perfecta, lo que Newton y Huyghens interpretaron como un proceso de ensanchamiento ecuatorial causado por la rotación terrestre. Pero seis campañas realizadas para medir el arco de meridiano parisino desde el norte al sur de Francia, entre 1705 y 1735, indicaban lo contrario. La duda invalidada la fiabilidad de cualquier medida sobre la Tierra, alcanzando su polémica los límites del patriotismo. El proceso dio lugar a la organización de dos expediciones, con la participación de España, para medir la curvatura terrestre en Laponia por Maupertuis y en el ecuador americano, por La Condamine. El resultado final confirmó las teorías de Newton/Huyghens y, entre otras muchas consecuencias, terminó dando el nombre al país donde se realizó la medición ecuatorial<sup>2</sup>.

Es también una sorprendente historia conocer la pugna entre astrónomos y relojeros para conseguir un método con el cual los marinos pudiesen medir la longitud en la navegación, lo que se consideraba uno de los problemas más espinoso de la época, y no perderse en cuanto dejaban de avistar la costa, como fue habitual hasta haber sido encontrado el método mediado el siglo XVIII. Es sorprendente, porque ese fue el motivo por el que se creó el Observatorio de Greenwich, del que parten hoy la longitud de nuestros mapas, pero también porque fueron los relojeros, de la mano de John Harrison, los que finalmente solucionaron tan importante cuestión, en medio de las intrigas de aquellos, creando un reloj de madera que marcaba el tiempo con precisión en el mar, algo que jamás se había conseguido hasta entonces en tierra con ese instrumento<sup>3</sup>.

Y no es menos esclarecedor adentrarse, ya en nuestro propio país, en los esfuerzos realizados para cartografiar el propio territorio, partiendo de los trabajos de Tomás López, que realizaba sus mapas recogiendo la información que le enviaban los Ayuntamientos y trazando la ubicación de los lugares promediando la información de la que disponía. Pero también lo son las historias del que se considera el primer mapa científico del territorio español, el que Domingo Fontán realizó a principios de siglo para el reino de Galicia. Tampoco queda a la zaga la historia del gran *Atlas de España y de sus posesiones de Ultramar* que Francisco Coello realizó entre 1845 y 1860 para acompañar el *Diccionario Geográfico* de Pascual Ma-

---

<sup>2</sup> Los acontecimientos han sido relatados en distintas publicaciones, Capel (1982) reconstruye la historia en un proceso más amplio de configuración del conocimiento y desde las repercusiones que tuvo para España. De forma entretenida, vinculando la historia con la adopción del metro como unidad de medida, ha sido recordado más recientemente por Lorenzo Pardo (1998).

<sup>3</sup> Dava Sobel (1998), en su libro *Longitud*, ha relatado con amenidad esta sorprendente historia.

doz, para lo que tuvo que recuperar gran parte de la cartografía robada por Napoleón tras invadir la Península Ibérica.

Pero la historia de como se realizó nuestro Mapa Topográfico Nacional (MTN), 1:50.000 no desmerece de ninguna otra. Un proyecto que rondaría los 100 años, desde que saliera a la luz la primera de las 1.130 hojas que cubren la parte hispana de la Península a esa escala. El haber sido encargada su realización a un organismo civil, siendo cometido militar en los restantes países europeos, es ya un síntoma de la historia, de nuestra historia. La contradictoria relación que tuvo dicho proyecto con la implantación de un sistema impositivo justo, el siempre aplazado catastro jurídico parcelario, para terminar con los abusos del caciquismo local y la pugna de los militares para hacerse con su ejecución, son, sin ninguna duda, lecciones de una gran ejemplaridad para comprender la importancia que tiene el conocimiento del territorio<sup>4</sup>.

El MTN hubiese tardado en completarse mucho más de cien años, si los cartógrafos no hubiesen aprendido a medir las distancias y el desnivel del territorio, con la ayuda, primero de fotografías terrestres y más tarde de fotografías aéreas. Tras la segunda guerra mundial, los Estados Unidos realizaron dos vuelos completos sobre la Península, tomando fotografía aérea a una escala 1:30.000 aproximadamente. Con estos datos pudieron hacer un serie completa del mapa topográfico, gracias a las nuevos aparatos de restitución fotogramétrica y a los cálculos de los primeros ordenadores, en apenas unos años<sup>5</sup>. Pero lo más desconcertante es que, pocos años antes, Alemania, en plena guerra había realizado una edición completa del mapa topográfico español, ampliando la información de las 765 hojas ya publicadas desde 1875 por el Instituto Geográfico hasta ese momento, y editando el tercio restante, con la información contenida en mapas a otras escalas, lo que se ha interpretado como un proceso previo a una guerra en el terreno<sup>6</sup>. Al finalizar la segunda guerra mundial, el Army Map Service americano recogería toda la cartografía europea nivelando sus redes geodésicas; daba comienzo así uno de los periodos fundamentales en la renovación de los métodos y las técnicas cartográficas.

## LAS FORMAS DE REPRESENTACIÓN Y EL LENGUAJE CARTOGRÁFICO

Pero no sólo se mejoraron las técnicas de medición, paralelamente se fue teorizando sobre el tipo de información generada espacialmente y sobre como podía

<sup>4</sup> Véase al respecto Nadal et al (1990 y 1996) y Rodríguez Esteban (1998).

<sup>5</sup> En diversos artículos, relativos a la utilización de la fotografía aérea en España desde finales del siglo XIX, Quirós y Fernández (1996, 1997 y 1998), han reconstruido la historia del proceso.

<sup>6</sup> Véase al respecto Nuñez de las Cuevas (1995), en el contexto de una historia de la cartografía española.

ser tomada con celeridad y precisión, ordenada, resumida y representada en forma gráfica y cartográfica. Las reconstrucciones sobre un mapa del mayor dinamismo y relación de los hechos geográficos e históricos, requerían el pleno dominio de la semiología con la que se representa. Como el lenguaje hablado, o musical, la representación cartográfica es un conjunto de signos con los que se expresa la percepción humana sobre los fenómenos geográficos. Los signos se convierten en símbolos al representar hechos, las relaciones entre los símbolos bajo unas normas, que no son otras que las universales de la percepción visual, terminan por componer un lenguaje de expresión sintética y casi instantánea, más eficaz que el propio lenguaje hablado, que requiere de una secuencia para mostrar su contenido.

El sistema de signos gráficos y cartográficos puede reducirse en última instancia a puntos, líneas y áreas o zonas. Una línea puede representar un río, pero esta significación está condicionada por las interacciones que se establezcan entre las cualidades asignadas a cada símbolo, lo que la escuela francesa denomina "variables visuales": color, forma, talla, valor -referido a la claridad u oscuridad-, textura, grano y orientación -de los signos-. Si la línea es de color azul y continua, se diferenciará de la negra y discontinua que representa el límite administrativo, pero el tamaño de la línea azul nos indicará, además, si la corriente fluvial es un arroyo, un afluente o el río principal.

La variable color es la más impactante para el ojo humano, pero también la más imprecisa; cuatro colores son suficientes para realizar cualquier mapa geográfico, plano o esférico, de modo que dos países vecinos resulten de diferente color, algo que se puede hacer sólo con el uso del ordenador, ya que el ojo humano percibe los colores en función de muchas variables, entre ellas la proximidad, la luminosidad ambiental, etc. Pero si el ojo humano puede distinguir con facilidad más de quince colores bien definidos, es incapaz de diferenciar siete intervalos en la escala de valor de un color, en una escala de grises por ejemplo, con el agravante de que los intervalos que podemos hacer no están en proporción matemática, al distinguirse mejor entre tonalidades claras que oscuras<sup>7</sup>.

Pero si el conocimiento de cómo se comportan las variables visuales es imprescindible para representar un mapa, más lo es el diseño del mapa en sí, lo que se denominan los componentes fundamentales del diseño cartográfico, entre los que se encuentran: la claridad y legibilidad, el contraste visual, el equilibrio visual, la relación entre la figura y el fondo, la organización jerárquica de los elementos, junto al color y la tipografía. Este último componente, es en sí un mundo propio de significación sobre el que se pueden aplicar las distinciones arriba indicadas. La simple diferenciación entre letras con serif, esto es con pequeños adornos en los extremos de su diseño -como la misma letra Times-, o sin serif, esto es, simple-

<sup>7</sup> Véase Bertin (1973) y Béguin y Pumain (1994).

mente formada por trazos lineales -como la Helvética-, marca ya una diferencia visual fundamental, entre elegancia y sencillez.

Cada familia tipográfica, cada tipo de letra, es rica en significaciones: por ejemplo, las máquinas de escribir generalizaron durante años la letra *currier*, porque en su diseño la extensión de la letra "m", ocupaba el mismo espacio que la letra "i", lo que resultaba fundamental para poder contar los caracteres de impresión; por contra, la letra *Time New Roman* comprime los espacios innecesarios reforzando la elegancia del trazo, lo que convenía al periódico *The Times*, para quien fue diseñada en 1930 por un equipo dirigido por Stanley Morrison, con el objeto de crear un tipo más atractivo y legible, con más caracteres por línea, que la clásica *Ionic*. El mismo espíritu de la Bauhaus quiso ser expresado tipográficamente por uno sus miembros, Paul Renner, con la creación del tipo *Futura*.

Familia, tipo, estilo, tamaño, interletraje, interlineado, relación mayúsculas/minúsculas/versalitas, altura del cuerpo de la letra en relación con la base y el ascendente, etc., son aspectos fundamentales a tener en cuenta en cualquier mapa. Desde el título del mapa a la importancia administrativa de los núcleos de población, se muestran con la jerarquía tipográfica. Todo ello forma parte del diseño cartográfico, condicionado por las limitaciones técnicas, los objetivos perseguidos y, principalmente, la escala elegida. Es, en definitiva un sistema de signos organizados de forma lógica y contrastada para transmitir ideas, e incluso sentimientos, es, en definitiva, un lenguaje, el lenguaje de la percepción visual, que obedece a unas leyes universales que son las de la representación.

Es a la escuela francesa, encabezada por Bertin y continuada hasta hoy por muchos otros investigadores, a la que se deben las más brillantes ideas en su sistematización, pero junto a ellas, de forma paralela, se fueron perfilando trascendentes adelantos técnicos en el análisis y en la representación cartográfica, llevadas a cabo por los cartógrafos norteamericanos y británicos, involucrados algunos de ellos en los problemas cartográficos puestos de manifiesto en la segunda guerra mundial. Raiz, Bartolomew, Robinson, etc., contribuyeron de una forma u otra a mejorar las técnicas y a generalizar los conocimientos cartográficos. De forma paralela se fueron desarrollando diversas técnicas cuantitativas en el análisis territorial.

#### TODO EN NUESTRAS MANOS

Los procesos cartográficos, desde el diseño de los mapas, hasta la utilización de sus componentes, color y tipografía, etc., pasando por los análisis más sofisticados, pueden hacerse en estos últimos años con ordenadores personales, utilizando programas de fácil accesibilidad y cada vez más simples y eficaces. Estos programas contienen y manejan mapas digitales, con la información georreferenciada, realizados por organismos públicos y privados, accesibles desde Internet o fácilmente rea-



lizables con la ayuda de una tableta digitalizadora o de un simple escaner de sobremesa<sup>8</sup>. Por ello, los procesos cartográficos, una vez conocidas las reglas que rigen su lenguaje, se han convertido en una actividad docente con grandes posibilidades.

En este sentido, aunque la oferta es muy variada, pueden señalarse algunos programas al respecto. La primera mención, por su generalización, es al módulo de cartografía que contiene la hoja de cálculo Excel desde su versión para Windows 95, que permite vincular áreas a la hoja de cálculo, para realizar distintos mapas temáticos. Por otra parte, Internet nos permite tener acceso a muchos otros programas de cartografía, específicamente creados con esta finalidad, en las cuatro modalidades existentes: "freeware" o de libre acceso; "shareware" de libre acceso pero con un pequeño coste de utilización que hay que hacer llegar al creador; "software" o compra de los programas; y, finalmente, tener acceso a las denominadas "demos" o programas demostración, en los que se anula la posibilidad de guardar los documentos, o que pueden utilizarse por un periodo limitado de tiempo. Aunque en este sentido la red es un mundo en constante crecimiento y renovación, existen páginas que concentran los recursos cartográficos disponibles, entre las que destaca, a mi entender y por el momento "Al-Geostats", que se ha encargado de recoger, claramente ordenado, lo mejor del software disponible en la red en las modalidades anteriormente indicadas, para distintas plataformas o sistemas, y con explicaciones sobre lo que cada programa es capaz de hacer<sup>9</sup>. Existen también páginas españolas que complementan dicha información y abren nuevas vías en este sentido<sup>10</sup>.

Pero hay más. Recientemente están proliferando las propuestas para realizar determinadas cartografías en la propia red, para lo que únicamente hay que elegir, de entre las posibilidades existentes en cada caso, los ámbitos, los temas y las formas de representar. Así sucede con los mapas en tres dimensiones de la Agencia de protección medioambiental estadounidense<sup>11</sup>, o la más sofisticada propuesta del curso de creación de paisajes virtuales en la red desarrollado por el Departamento

---

<sup>8</sup> En España es posible adquirir mapas digitales en distintos establecimientos, entre otros los servicios cartográficos de las Comunidades Autónomas y el propio Instituto Geográfico Nacional, que dispone de una Base Cartográfica Numérica a distintas escalas (BCN1000, BCN200 y BCN25), con información sobre límites municipales, comunicaciones, hidrología, núcleos de población, usos del suelo y modelos digitales del terreno. Con carácter gratuito, el Servicio Cartográfico americano, el USGS, ha dispuesto en Internet diversos mapas digitales de los EE UU, así como imágenes satelitales y otros documentos cartográficos, véase: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/doc/edchome/ndcdb/ndcdb.html>>

<sup>9</sup> La página Web es <<http://curie.ei.jrc.it/software/indez.htm>>. En su presentación inicial ofrece "links" o vínculos de acceso a más de una treintena de programas "freeware", para los sistemas Mac, Dos, Windows y Unix, y otros tantos "software, con sus respectivas demos, así como unos pocos "shareware".

<sup>10</sup> Véase el Directorio Cartográfico de España en <<http://www.dices.net>>, o más específicamente <<http://members.xoom.com/alcala/marco.htm>>.

<sup>11</sup> Véase: <<http://www.geog.psu.edu/ica/icavis/rhyne98.html>>

de Geografía de la Universidad de Leicester<sup>12</sup>, o los propios mapas del territorio Internet o Cybermapas<sup>13</sup>.

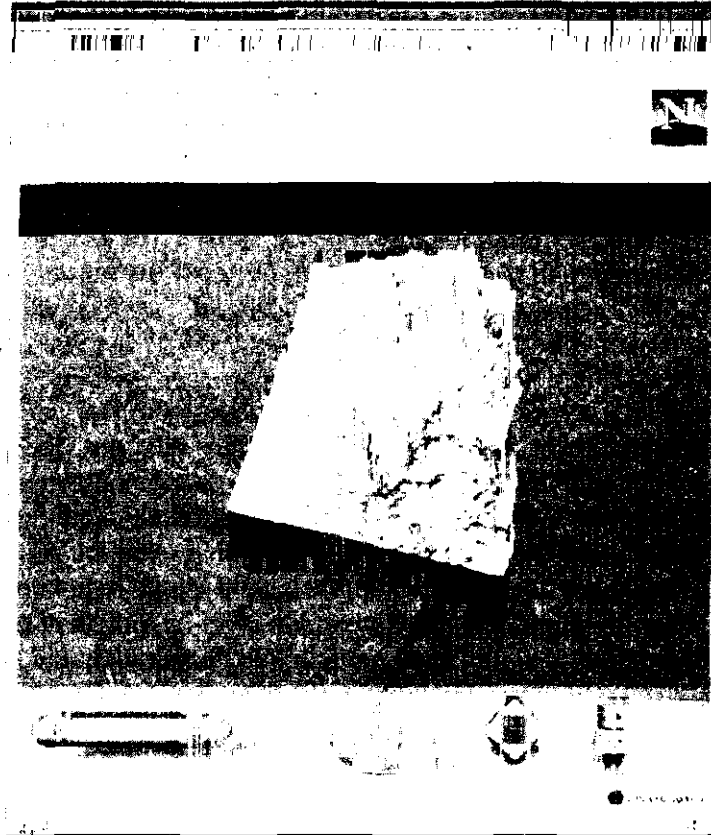


Fig. 2. Propuestas para la representación de datos espaciales con el uso del lenguaje de modelos de realidad virtual "Virtual Reality Modeling Language" (VRML), de la Agencia de Protección Medioambiental americana (US EPA). Véase <http://www.epa.gov>.

Entre los programas cartográficos incorporados a páginas Web destaca, por su sencillez y por las posibilidades pedagógicas y educativas, el proyecto "GLOBE" por ser una red mundial, coordinada por el Gobierno de los EE UU, para estudiantes, profesores y científicos, con el propósito de trabajar conjuntamente en el

<sup>12</sup> Véase: «[http://www.geog.le.ac.uk/research/dove\\_gisrs.html](http://www.geog.le.ac.uk/research/dove_gisrs.html)».

<sup>13</sup> Véase: «<http://www.cybergeography.org/atlas/atlas.html>».

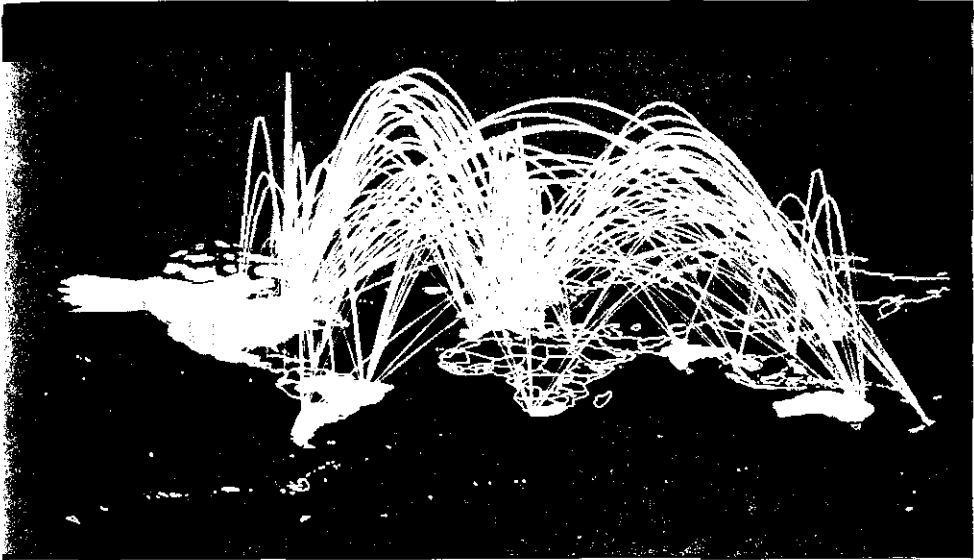


Fig. 3. Imágenes del "atlas of cyberspace" o Cibermapas, creados para ayudara comprender los nuevos paisajes digitales de las redes electrónicas. El mapa representa los flujos en el tráfico de Internet, por Stephen G. Eick. Véase <http://www.cybergeography.com>

entendimiento del medio ambiente. Al proyecto están adscritos más de 6.000 centros de 70 países, entre ellos España, bajo la coordinación del Centro de Investigación y Documentación (CIDE) del Ministerio de Educación y Cultura. Las observaciones realizadas en los centros se integran en una base de datos que, junto a los mapas elaborados con información proveniente de los satélites de la NASA, conforman una versátil, rápida y rica cartografía. Múltiples objetivos medioambientales centran los intercambios de otros tantos grupos de trabajo de cada país, en una experiencia realmente interesante<sup>14</sup>.

La red nos ofrece igualmente la posibilidad de acceder a las últimas propuestas teóricas sobre estas cuestiones. En este sentido destaca la información ofrecida por la *Commission on Visualization*, ya citada, de la *International Cartographic Association*, en la que es posible encontrar artículos electrónicos de gran interés<sup>15</sup>. No menos interesantes, y abarcando todo el espectro geográfico, son los artículos ofrecidos por la Revista electrónica de Geografía Europea *Cybergeo*<sup>16</sup>. En ambos casos, diversos autores reflexionan no sólo sobre las nuevos procesos cartográficos, sino tam-

<sup>14</sup> Desde la página principal se puede acceder a toda la información necesaria parte de ella puede ser consultada en castellano, «<http://globe.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/home.cgi>»

<sup>15</sup> Accesible en: «[http://www.geog.psu.edu/ica/icavis/ICAVIS\\_overview\(1\).html](http://www.geog.psu.edu/ica/icavis/ICAVIS_overview(1).html)»

<sup>16</sup> Véase: «<http://www.cybergeo.fr>»

bién sobre aspectos muy concretos en el desarrollo de técnico de los mismos, lo que posibilita profundizar desde la misma red en los procesos que más interesan.

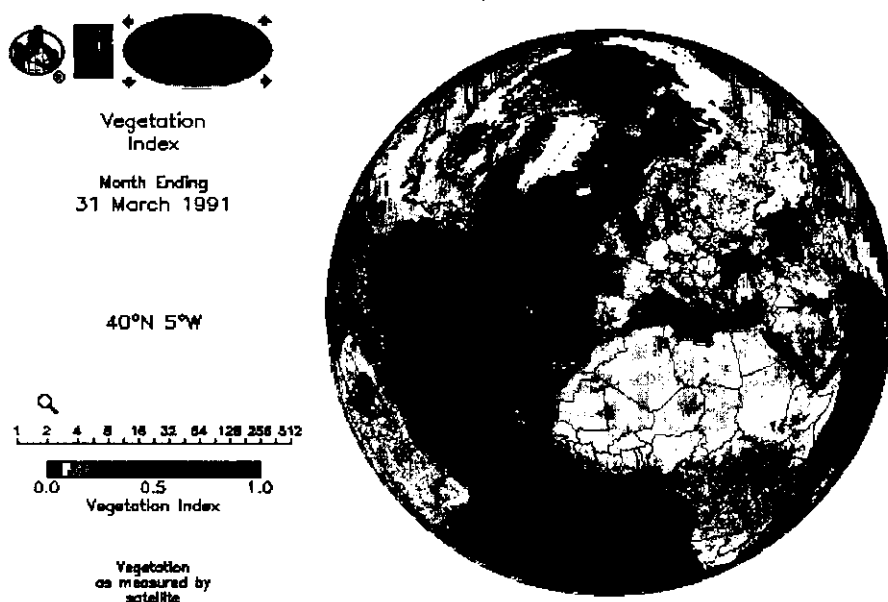


Fig. 4. Mapa del índice de vegetación mundial realizado dentro del proyecto GLOBE según mediciones satelitales.

Por último, tres publicaciones para orientar en estas cuestiones: la revista *Mapmonde*, dirigida por el geógrafo francés Roger Brunet, y editada por la prestigiosa GIP/Reclus, quizá la única revista de Geografía existente que dedica una atención especial no sólo a la presentación de la información de la actualidad geográfica, sino también a sus manifestaciones en la red, mediante una sección, "le Monde d'Internet", accesible desde su páginas Web. En ella es posible encontrar las propuestas más atractivas, tanto para investigadores como para enseñantes, a los que dedica una atención especial. En segundo lugar, pueden conocerse las tendencias geoespaciales consultando la reciente edición de la reunión en Palma de Mallorca por la Unión Geográfica Internacional sobre "Geoespacio y Ciberespacio" donde, entre otros, podemos encontrar un artículo de Sébastien Caquard (1998) comentando una cuidada selección de páginas Web dedicadas a la visualización cartográfica sobre Internet. Y, finalmente, la relación, sin comentar, de una extensa selección de sitios Web dedicados a la cartografía, pacientemente recopilados por P. Y. Duchemin y J. Y. James (1998).

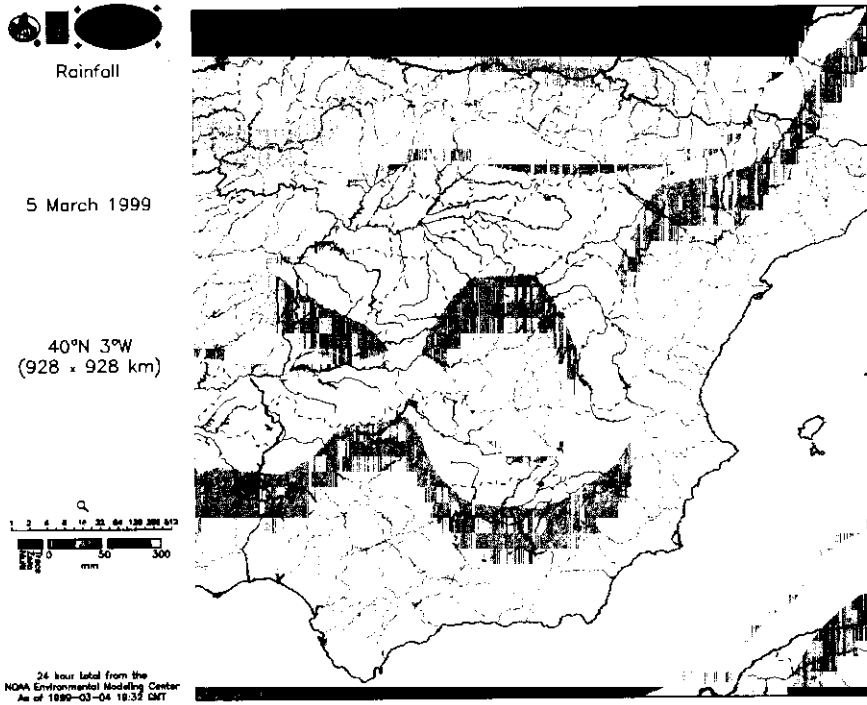


Fig. 5. Mapa en red de las precipitaciones en la Península Ibérica, una de las peticiones cartográficas que es posible demandar, eligiendo fecha, al proyecto GLOBE.

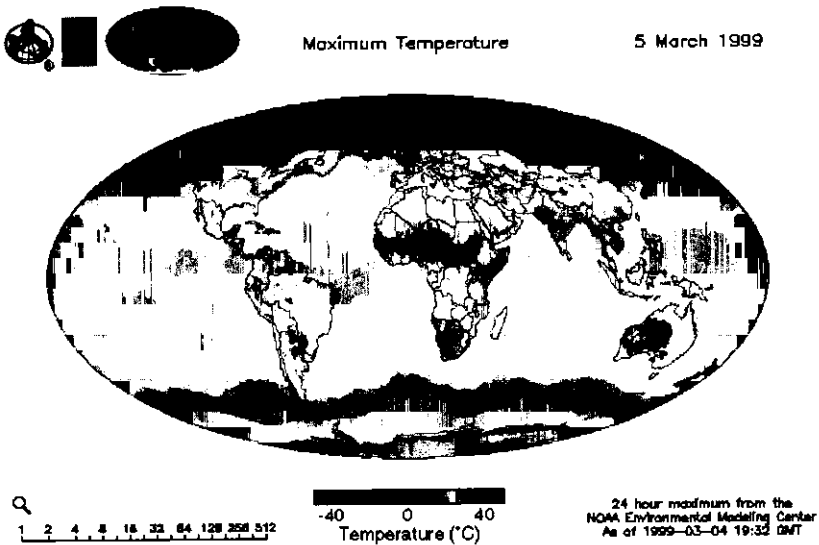


Fig. 6 Mapa de temperaturas terrestres. Programa GLOBE.

## INCONVENIENTES

Pero no todo son ventajas; el nuevo proceso cartográfico viene acompañado de serios inconvenientes que necesitan ser constantemente considerados. Dos de estos inconvenientes ofrecen, a mi entender, un serio problema en lo relativo al hecho cartográfico. Mientras el mapa impreso te permite retener en la memoria la distribución de los hechos territoriales, debido a su fácil accesibilidad, a la constancia de su conformación, a la trabajada aplicación de un lenguaje visual, que nos permite, una vez frecuentado el mapa, recorrerle con la mirada como si de una excursión se tratase, no suele suceder lo mismo con las visualizaciones cartográficas, ya que estas sólo son accesibles mientras dispongamos de una pantalla, siendo su tamaño completo bastante más reducido al del propio mapa impreso, y donde las formas, en muchos casos debido al análisis, desdibujan los símbolos reconocibles, haciendo más difícil familiarizarse con los elementos del territorio representados.

Junto a este inconveniente y en parte con él relacionado, está la dificultad de conformar mapas donde se respeten las normas de la percepción visual, donde los signos posean el color, la forma, el tamaño y la distribución adecuada, conformándose como símbolos perfectamente reconocibles y carentes de ambigüedad, donde la presentación de los elementos evoquen las imágenes de la realidad. La rápida manipulación de elementos, y la falta en muchas ocasiones de los conocimientos y de la sensibilidad necesarios, pueden hacer de los mapas configuraciones un tanto desconcertantes.

Hay que tener en cuenta, igualmente, que estamos hablando de un nuevo medio, el de los ordenadores, cuyo disponibilidad todavía no está tan generalizada, necesitados de una serie de conocimientos y habilidades para su correcta configuración, y en consecuencia, funcionamiento. Todo ello hace necesario un esfuerzo de planificación, económica y didáctica, lógicamente en conjunción con iniciativas en otros campos del conocimiento, que nos haga sopesar si los esfuerzos se verán acompañados de resultados en un plazo de tiempo razonable, dado que los rápidos cambios en que está sumido el propio mundo de la informática, puede hacer estériles algunas iniciativas.

## CONCLUSIÓN

Sintetizando los aspectos más sobresalientes del nuevo proceso cartográfico, habría que insistir en varios aspectos. Como ya se ha señalado, ha cambiado el medio inicial de presentación de la información, pasando del papel a la pantalla, lo que posibilita un constante y cambiante proceso de configuración del mapa. Pero junto a ello y por ello, cambia igualmente la información cartográfica, mientras que el mapa recoge dicha información seleccionada con unos criterios bien

definidos que obedecen a las leyes de la representación, asociado a la imagen visual de la pantalla existe una o muchas "base de datos" lo que posibilita precisamente la conformación de la información espacial necesaria, de tal forma que lo que antes era un todo, en la representación y en la información, ahora está inicialmente disociado para ser reconfigurado.

Pero tan importante como la conformación del mapa, es su análisis y justamente esa división entre la información gráfica y los datos asociados a la misma, es la que posibilita nuevas e inmediatas capacidades para conocer y reflejar las relaciones entre los hechos geográficos.

Ante un mapa topográfico en papel 1: 50.000 los análisis de distancias, pendientes, altitudes medias, la realización de cortes, bloques diagramas, la revisión de los topónimos, los cálculos de superficies agrícolas, forestales, urbanas, la medición de las corrientes fluviales, de las distancias en las comunicaciones... eran procesos que requería largo tiempo y que agotaban en muchas ocasiones los análisis sobre el mapa. Con los nuevos medios, estos cálculos no sólo son más rápidos, sino que además hacen posible otros que hasta ahora o eran tareas muy especializadas o directamente imposibles de realizar; como poner en relación la información de temperaturas, precipitaciones, pendientes, cualidades visuales, y conformar con ellas, en sus procesos de interacción, nuevos mapas. Es decir, no sólo ha cambiado la forma de análisis, sino las posibilidades del mismo.

Pero quizá lo más novedoso es que en la propia Internet están empezando a proliferar páginas dedicadas a la elaboración de mapas temáticos en dos y tres dimensiones. Internet es, en este sentido, o mejor dicho, está comenzando a ser, un gran mapa de la realidad; esperemos que no nos suceda como en aquel relato de Jorge Luis Borges recogido en *El Hacedor* (1960):

"... En aquel imperio, el arte de la Cartografía logró tal perfección que el mapa de una sola provincia ocupaba toda una ciudad, y el mapa del imperio, toda una provincia. Con el tiempo, esos mapas desmesurados no satisficieron y los colegios de cartógrafos levantaron un mapa del imperio, que tenía el tamaño del imperio y coincidía puntualmente con él. Menos adictas al estudio de la Cartografía, las generaciones siguientes entendieron que ese dilatado mapa era inútil y no sin impiedad lo entregaron a las inclemencias del sol y de los inviernos. En los desiertos del oeste perduran despedazadas ruinas del mapa, habitadas por animales y por mendigos; en todo el país no hay otra reliquia de las disciplinas geográficas".

Quizá esto esté sucediendo ya entre nosotros, aunque el mapa del imperio no corresponde a un sólo momento, el de su creación, sino a una secuencia constantemente renovada, de mapas, de fotografías aéreas e imágenes satelitales. No tenemos una imagen del planeta a tamaño real, tenemos muchas, superpuestas sobre si mismas, pero, quizá aprendiendo la lección, estas ya no son analógico, sino

digitales, se visualizan y se guardan, para que no nos cansen, para que las inclemencias no acaben con ellas.

## BIBLIOGRAFÍA

- BÉGUIN, M. y PUMAIN, D. (1994): *La représentation des données géographiques. Statistique et cartographie*, París, Armand Colin, 192 págs.
- BERTIN, Jacques (1973): *Semiologie graphique. Les diagrammes. Les réseaux. Les cartes*, París, Gauthier-Villars, 431 p.
- BRUNET, Roger (1990): *La Carte, mode d'emploi*, París, Fayard/Reclus, 269 p.
- CAQUARD, Sébastien (1998): "La visualisation cartographique sur Internet", p. 349-357, en BAKIS, H. y SEGUÍ PONS, J<sup>a</sup>. M.: *Geospace & Cyberspace. Hommage au Recteur Christian Verlaque*, Networks and Communication Studies, vol. XII, n<sup>o</sup> 1,2,3, NETCOM, The International Geographical Union Meeting, Palma (Spain), 26-29 May, 1997, 375 p.
- CAPEL, Horacio (1982): *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII*, Barcelona, Oikos-Tau, 389 p.
- CORBERÓ, M.<sup>a</sup> V., FIGUERAS, P., LLADÓ, C., MURGADAS, F., PARERA, M.<sup>a</sup> A., PRIM, C. y ROIG, M.<sup>a</sup> (1988): *Trabajar mapas*, Madrid, Alhambra, 149 p.
- CRONE, G. R. (1979): *Map and theis Maker*, Folkestone, Dawson Arhon.
- DENT, D. Borden (1999): *Cartography: thematic map design*, Georgia, Wm. C. Brown Publishers 5.<sup>a</sup> de., 417 p. + CD-Rom.
- DUCHEMIN, P. Y. y JAMES-SARAZIN, J. Y. (1998): "L'Internet et la cartographie: sélection de ressources électroniques", *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, n.<sup>o</sup> 154-155, p. 63-65.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. y GOULD, M., (1994): *SIG. Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, Síntesis, 251 p.
- LORENZO PARDO, José Antonio de (1998): *La Revolución del metro*, Madrid, Celeste, 220 p.
- MACÉACHREN, Alan M. (1998): "Visualization-Cartography for the 21st century", *Proceeding of the Polish Spatial Information Association Conference*, mayo de 1998, Varsovia, ver en ICA Commission on Visualization, <http://www.geog.psu.edu/ica/icavis/icavis/poland1.html>
- MONKHOUSE, F. J. y WILKINSON, H. R. (1966): *Mapas y diagramas*, Barcelona, Vicens-Vives, 533 p.
- MONMONIER, Mark S. (1996): *How to lie with Maps*, Chicago, The University of Chicago Press, 207 p.
- NADAL, J. y URTEAGA, L. (1990): "Cartografía y Estado: los mapas topográficos nacionales y la estadística territorial en el siglo XIX", *Geo-Crítica*, Barcelona, núm. 88, 91 p.
- NADAL, F., MURO, J. I., y URTEAGA, L. (1996): *Geografía, estadística y catastro en España 1856-1870*, Barcelona, Ediciones del Serbal / Ministerio de Educación y Ciencia, 275 p.
- NÚÑEZ DE LA CUEVAS, Rodolfo (1995): "La representación cartográfica", en *Geografía de España*, t. I, *España en el Mundo*, Barcelona, Océano / Gallach, p. 85-139.
- QUIRÓS, F. y FERNÁNDEZ, F. (1996): "Los orígenes de la fotografía aérea en España. El Servicio de Aerostación Militar (1896-1913)", *Eria, Revista de Geografía*, Oviedo, núm. 41, p. 173-188.
- QUIRÓS, F. y FERNÁNDEZ, F. (1997): "El vuelo fotográfico de la «Serie A»", *Eria, Revista de Geografía*, Oviedo, núm. 43, p. 190-198.
- RAISZ, Erwin (1985): *Cartografía general*, traducción de J. M. Mantero, Barcelona, Omega, 436 p.
- RHYNE, T. M. y FOWLER, T. ( ): "Geo-VRML Visualization: A Tool for Spatial Data Mining", ICA Commission on Visualization <http://www.geog.psu.edu/ica/icavis/rhyne98.html>.
- ROBINSON, A. H., SALE, R. D., MORRISON, J. L. y MUEHRCKE, P. C. (1987): *Elementos de Cartografía*, traducción de R. M.<sup>a</sup> Ferrer, Barcelona, Omega, 543 p.
- RODRÍGUEZ ESTEBAN, José Antonio (1998): "La medida de España", *Revista Libros*, núm. 18, p. 13-14.
- SOBEL, Dava (1998): *Longitud*, traducción de Flora Casas, Madrid, Debate, 1998, 178 p.