

COMUNICAR CON MAPAS: EL PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LOS RECURSOS LIBRES PARA EL APRENDIZAJE COMMUNICATE WITH MAPS: THE ROLE OF GEOGRAPHIC INFORMATION TECHNOLOGY AND OPEN RESOURCES TO LEARNING

Olga de Cos Guerra, Pedro Reques Velasco

Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Cantabria

Avda. de los Castros s/n – Escuela de Caminos, Canales y Puertos. 39005 Santander

olga.decos@unican.es, pedro.reques@unican.es

Resumen

Los avances en la Sociedad de la Información ponen a nuestro alcance un amplio abanico de recursos estadísticos y cartográficos de alto valor para avanzar en las competencias formativas y para favorecer el proceso de aprendizaje, lo que los convierten en una herramienta para la docencia. Con este enfoque se desarrolla el presente trabajo, basado en la experiencia acumulada en la investigación y en la formación en Tecnologías de la Información Geográfica haciendo especial referencia a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) de tanta utilidad para la elaboración de cartografía temática. Del mismo modo que los programas estadísticos de propósito general cuentan con potencial para traducir tablas difícilmente comprensibles en gráficos, los SIG permiten traducir secuencias de datos en cartografía temática expresiva, lo que posibilita explicar espacialmente distribuciones, procesos espacio-temporales y patrones territoriales que con frecuencia quedan ocultos en las secuencias estadísticas de carácter alfanumérico. Datos en soporte digital cada vez más numerosos y accesibles, herramientas y versiones libres de programas SIG cada vez más próximas a los usuarios y conocimiento técnico y metodológico son los pilares para favorecer el aprendizaje en la docencia de diferentes campos disciplinares.

Palabras clave: SIG, Cartografía estadística, Aprendizaje, Información geográfica.

Abstract

Advances in Information Society set to reach teachers and researchers a wide range of statistical and cartographic resources. These resources allow students to advance in skills training and promote their learning process and that these resources becomes a tool for teaching. This approach is developed in this work, based on accumulated experience in research and training in Information Technology with special reference to Geographic Information Systems (GIS) as usefulness for the development of thematic mapping. Just as the general purpose statistical programs have the potential to translate tables are difficult to understand graphics, GIS can translate data streams expressive thematic mapping, which allows to explain spatial distributions, processes and spatio-temporal patterns often territorial are hidden in the statistics of alphanumeric sequences. Data in digital format increasingly numerous and accessible tools and free versions of GIS software ever closer to users and technical and methodological knowledge are the basis to enhance learning and teaching different disciplines.

Keywords: GIS, Statistic cartographic, Learning, Geographic information.

1. INTRODUCCIÓN

El perfeccionamiento de los procesos de aprendizaje en el aula desde la Geografía y desde el resto de ciencias con carácter espacial muestra cómo la adecuada representación gráfica y cartográfica del espacio es un arte, a la vez que una técnica, que resulta esencial para explicar procesos, patrones y tendencias, los cuales, si no media un documento gráfico y especialmente cartográfico, quedan encubiertos detrás de series estadísticas tan difíciles de analizar como de interpretar.

Sobre esta base, el presente documento se centra principalmente en las bases metodológicas para el uso de herramientas informáticas adecuadas para la correcta elaboración de cartografía estadística enfatizando en aspectos tales como la técnica cartográfica utilizada, el uso de leyendas y la elección de criterios de *discretización*.

Una primera reflexión a realizar es la que se refiere a cuáles son las nociones de base sobre cartografía estadística. Inicialmente es preciso distinguir los conceptos de cartografía de base - cartografía temática - cartografía estadística. La cartografía de base con frecuencia condiciona las posibilidades de realización de cartografía temática y de la cartografía estadística, entendida esta última como “*una rama de la cartografía temática que sirve para plasmar sobre un mapa información estadística referida a unidades geográficas predefinidas (áreas, puntos o líneas)*” (Reques, 2001: 176).

La cartografía estadística es el puente o la vía de conexión entre la Estadística y la Cartografía. Con frecuencia la cartografía de base es el soporte disponible para sobre él desarrollar cartografía temática diversa que si consiste en la plasmación de variables numéricas o cualitativas resultado de análisis estadísticos puede concebirse como cartografía estadística. Sobre esta base, la cartografía estadística se orienta a alcanzar diferentes objetivos, tales como medir y cartografiar la variación de los datos espaciales o mostrar las pautas de distribución espacial de una variable, lo que permite deducir patrones espaciales.

La conjunción en un mapa de unidades espaciales de base con datos sobre ellos referidos nos acerca a un objetivo fundamental: conseguir que el nuevo mapa generado sea explicativo en sí mismo y, evitando llegar al detalle que puede ofrecer la tabla de valores a representar, el mapa debe aportar la identificación de patrones y estructuras espaciales o territoriales, o bien debe permitir la extracción de conclusiones de forma directa a partir de la representación espacial de los datos de partida, lo que ilustra y refuerza los procesos de aprendizaje en el aula.

Además, se pueden incorporar técnicas cartográficas, basadas en la abstracción de las unidades cartográficas de referencia, como son los *coremas*, que mediante la utilización de signos permiten realizar cartografía de síntesis a la cual le deben preceder rigurosos análisis estadísticos y un correcto conocimiento de las estructuras del territorio analizado. Con la utilización de estas técnicas se consigue un objetivo adicional que permitiría cartografiar las tendencias espaciales e, incluso, plantear síntesis cartográficas a modo de esquema, muy importantes en los estudios de diagnóstico y propuestas, por ejemplo en trabajos geográficos aplicados a la ordenación del territorio, el urbanismo, o al desarrollo territorial, entre otros.

La adecuación de la cartografía como mecanismo para explicar y representar procesos, rasgos y fenómenos espaciales de naturaleza diversa implica la utilización adecuada de las diferentes técnicas cartográficas, de los símbolos, de las gamas cromáticas, los criterios de *discretización*, etc. cuestiones que se abordan a continuación de forma sintética.

2. EL PAPEL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

La elaboración de cartografía temática implica la integración de bases metodológicas específicas implementadas a partir de herramientas informáticas adecuadas, entre las que destacan los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Por ello, a continuación se presentan algunas de las cuestiones fundamentales que permiten establecer la base conceptual de los SIG.

2.1 Una aproximación al concepto SIG

Las definiciones de SIG son muy variadas a lo largo de la historia reciente, pudiendo variar la acepción según el enfoque de partida. Con independencia de las definiciones concretas existentes, tres son las claves conceptuales de los SIG: su consideración como sistemas integrados por diferentes componentes, su identificación como herramientas informáticas y la especial adaptación en su concepción y desarrollo para el trabajo con información espacial en soporte digital. Así, de forma general y simplificadora un SIG puede concebirse como un conjunto de datos de partida y una serie de operadores o funciones analíticas que actúan sobre los mismos para obtener resultados concretos. Con ello, los SIG constituyen una herramienta orientada al tratamiento de información geográfica con diversos fines, tales como la gestión (mediante la realización de consultas espaciales y temáticas), la realización de operaciones de análisis espacial y la visualización y presentación de la información que alcanza su última expresión en la generación de cartografía temática. Pues bien, es en esta funcionalidad en la que se centra el presente trabajo.

Los SIG se caracterizan en términos generales por basarse en tecnologías complejas de amplia funcionalidad; si bien su potencial puede depender de diferentes factores, tales como las prestaciones del programa con que se trabaje, los conocimientos y destrezas del usuario, la calidad de los datos, las capacidades del equipo informático, etc.

2.2. SIG Libres y su incidencia en el aula

El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, la mejora del acceso a la información estadística y cartográfica vía Web y, en definitiva, la generalización del uso de las nuevas tecnologías de la información geográfica desempeñan un papel importante en múltiples campos de trabajo y disciplinas. Así, la docencia en amplio sentido y concretamente el fomento del proceso de aprendizaje, actúan como un fuerte ámbito de aplicación de estas tecnologías y recursos, constituyendo la dimensión territorial un factor determinante en el estudio, explicación y demostración de diferentes teorías, rasgos y procesos.

En este sentido, los SIG-Libres y la información geográfica digital distribuida de forma gratuita vía Web constituyen unos recursos básicos y de amplia utilidad para incluir la dimensión territorial en el aula. La identificación de zonas en riesgo, el establecimiento de tipologías socio demográficas, el conocimiento de la realidad económica con perspectiva espacial, etc. puede ser un objetivo alcanzable con la incorporación de los SIG a la docencia en diferentes disciplinas.

Tecnología SIG-Libre y datos accesibles actúan como factores fundamentales de oportunidad; oportunidad sin coste, que resulta determinante para que los recursos disponibles se incorporen a la docencia en tiempo real.

La puesta en marcha de proyectos SIG con frecuencia se encuentra condicionada por las capacidades, potencial e interface del programa específico con el que se trabaje. En este sentido cobran especial importancia los programas libres entre los cuales destaca especialmente GvSIG, que además cuenta con código abierto. Este programa, de difusión internacional, comenzó a

desarrollarse en el año 2004 en el seno de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte de la Comunitat Valenciana. A partir de ese momento se pone en marcha un potente programa de desarrollo de software-SIG basado en la cooperación y el intercambio de conocimientos que, con un núcleo importante de trabajo integrado por un equipo de profesionales y desarrolladores, acompañados por una amplia comunidad de usuarios, ha dado como producto un elevado número de versiones –con potencialidad progresiva- disponibles para el conjunto de usuarios en <http://www.gvsig.org>.

El programa cuenta con una interface muy sencilla, organizada desde el *gestor de proyectos*, a partir de tres áreas principales de trabajo: la vista o espacio destinado a la gestión de bases cartográficas, la tabla o espacio de gestión de atributos alfanuméricos vinculados con frecuencia a las bases cartográficas de la vista y el mapa o área de edición final de la cartografía producida. Un proyecto de GvSIG puede organizarse internamente en varias vistas, en función de la zona de estudio o de la variable a representar. Así, las vistas se configuran como el espacio de referencia principal para la carga de datos cartográficos, bien sea a través de conexiones a servidores, o bien mediante la carga de bases cartográficas almacenadas en local.

2.3 La importancia de la cartografía distribuida en Internet

La evolución de la Información Geográfica ha experimentado un refuerzo importante de la mano de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs). Éstas han sido definidas desde los diferentes marcos normativos, científicos, académicos, etc. Sirva de referencia la definición dada por Rodríguez et al. (2006: 15), miembros del Instituto Geográfico Nacional de España (IGN), sobre el concepto de IDE como: “*Un conjunto de datos, servicios, metodologías, normas, estándares y acuerdos que permiten visualizar, superponer, consultar y analizar la información geográfica publicada en Internet, según estándares bien definidos por un conjunto de productores de datos y servicios geográficos*”.

Una de las claves fundamentales de las IDEs es su creación bajo estándares que permiten la interoperabilidad y garantizan la calidad de los datos ofrecidos; de hecho, uno de los mayores esfuerzos de integración de datos geográficos procedentes de fuentes y organismos distintos radica precisamente en la normalización.

En esencia, el núcleo central de las IDEs está integrado por tres componentes básicos: *Datos – Metadatos – Servicios*. A ellos se une un cuarto componente que se puede caracterizar de sistémico y según el IGN hace referencia a la organización, por lo que se pueden incluir todas aquellas personas y documentos legislativos y organizativos que posibilitan y, en definitiva, garantizan el correcto funcionamiento de la IDE.

El componente denominado de forma genérica como “*datos*” se concreta en una amplia variedad de datos geográficos entre los que se puede distinguir cartografía de base y de temática específica. El adecuado tratamiento e interpretación de los datos y su identificación en el marco de las IDEs está garantizado por el componente *metadatos*, que proporciona atributos de identificación, procedencia, procesado y caracterización de los datos disponibles.

El componente identificado como *servicios* es sinónimo de funciones, por lo que encierra el conjunto de acciones distintas que el usuario puede llevar a cabo en una IDE. De forma genérica los servicios son los responsables de permitir las funciones de visualización, acceso, descarga, consulta, etc. y de forma concreta los servicios se materializan en diferentes productos entre los que destacan –por su uso cada vez más generalizado- los servicios WMS (Web Map Service) que permiten la visualización de bases cartográficas de modelización original diversa desde un entorno SIG.

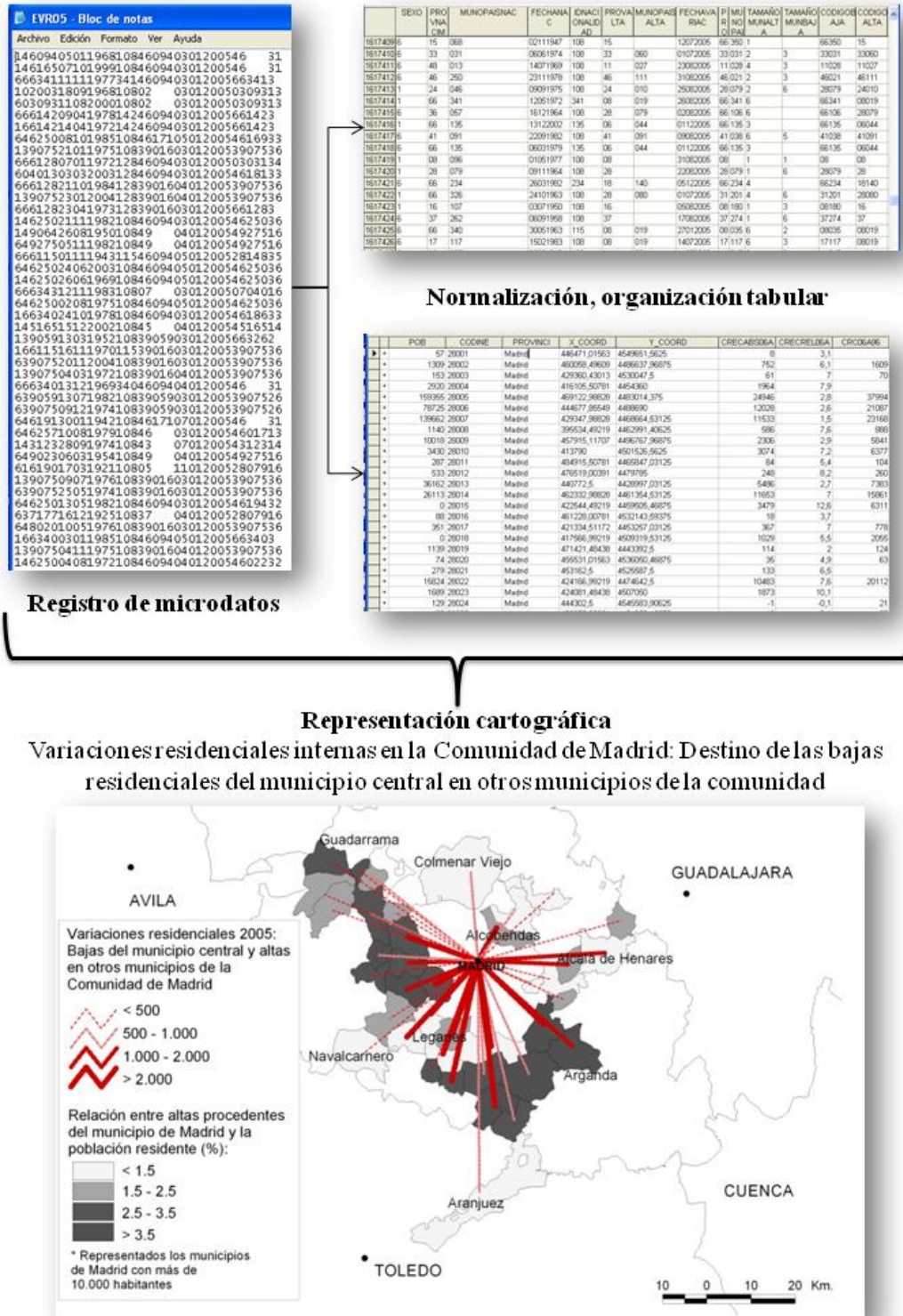
3. NOCIONES METODOLÓGICAS DE BASE PARA LA GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Del mismo modo que los programas estadísticos de propósito general cuentan con potencial para traducir tablas difícilmente comprensibles a gráficos estadísticos ajustados a unos estándares determinados, los SIG permiten traducir secuencias de datos a cartografía temática expresiva, lo que posibilita explicar espacialmente distribuciones, procesos espacio-temporales y patrones territoriales que con frecuencia quedan ocultos en las secuencias estadísticas de carácter alfanumérico.

Para ello es necesario tener en cuenta una serie de principios que contribuyen a generar cartografía correcta y expresiva desde diferentes puntos de vista, tales como las técnicas de representación, los criterios de *discretización* o la simbología empleada.

El proceso cartográfico comienza con la “*observación y preparación de la información de partida*” que es recogida de diversas fuentes y debidamente sistematizada y codificada. Sobre esta base se realiza en caso de ser necesario el correspondiente “*tratamiento estadístico-espacial*” lo que posibilita su “*representación cartográfica*”. Esta etapa consiste en el volcado de la información alfanumérica sobre las bases cartográficas de referencia, para lo cual es importante contar con programas SIG, que al disponer de de variadas herramientas de representación, permiten dotar a la cartografía elaborada de expresividad para ajustarse a la temática que se considere, siempre que se cumplan ciertas normas de diseño o formatos convencionales. Sobre esta base se concluye con una “*interpretación de los resultados*”, que contribuye a favorecer el proceso de aprendizaje sobre el fenómeno considerado.

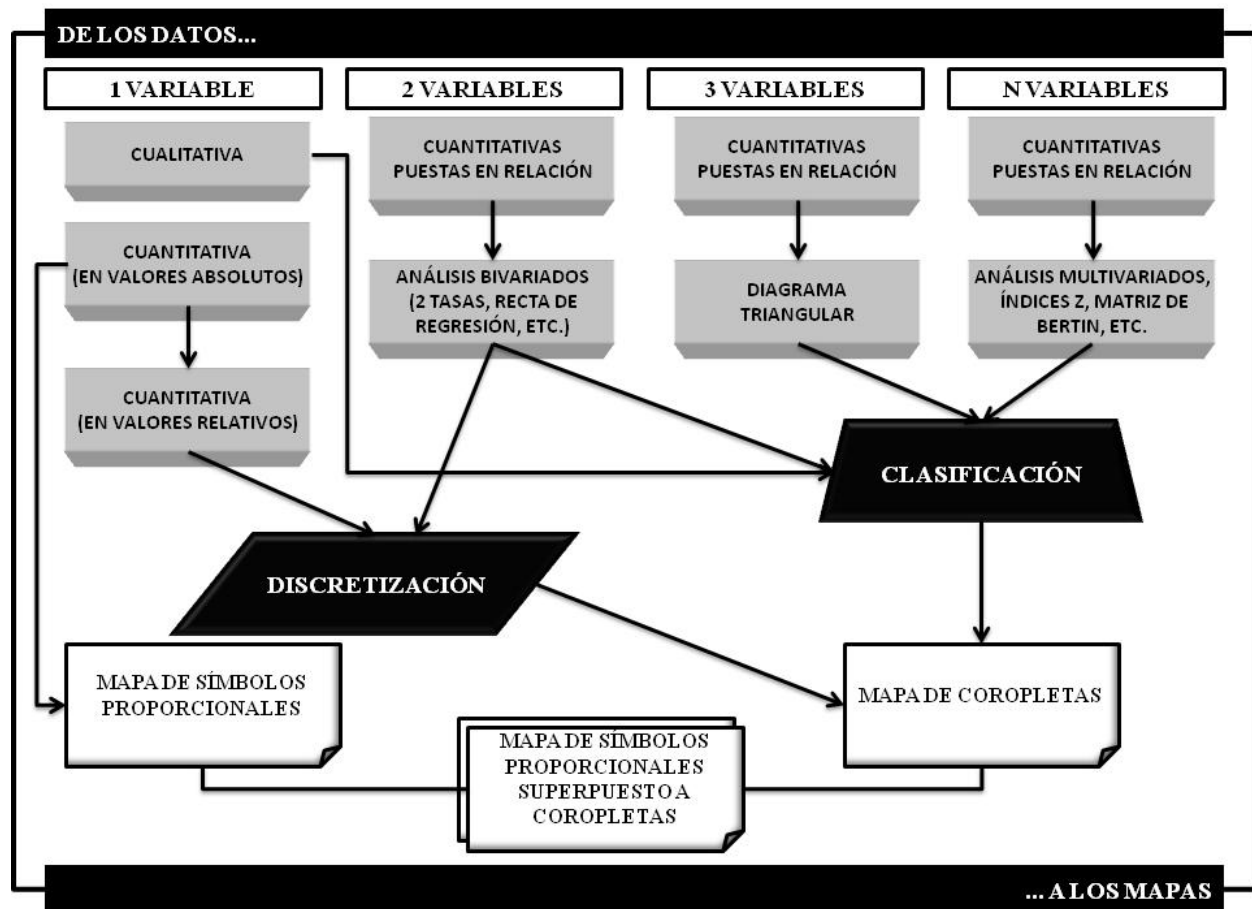
Figura 1: Oportunidades de la representación cartográfica frente a la distribución tabular en el proceso de aprendizaje



Adaptación propia a partir de De Cos, O. (2007). La dinámica metropolitana en España. Análisis estadístico y cartográfico de los municipios a partir de la población y la vivienda. *Geographicalia*, 51, 74

El paso de la tabla al mapa, esto es, de los valores de referencia absolutos o relativos a la representación cartográfica expresiva para favorecer el proceso de aprendizaje, implica el desarrollo de una serie de etapas estándar y de adaptaciones metodológicas que sistematizan el trabajo para cualquier objetivo o temática planteada.

Figura 2: De los datos a los mapas. Principales supuestos de variables y técnicas cartográficas

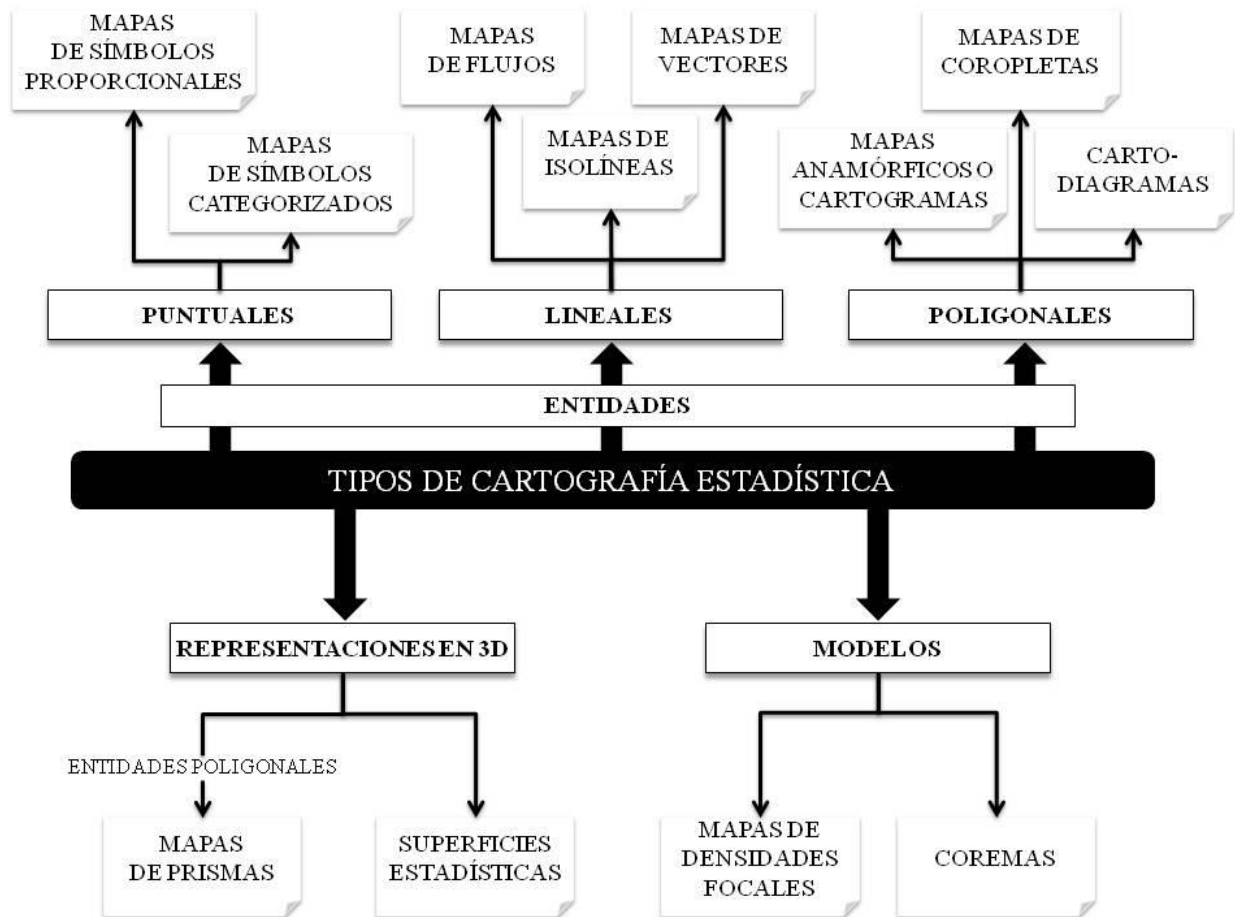


Adaptación propia a partir de Reques, P. (2001). De las cifras a los mapas: el tratamiento cartográfico de la información estadística. *El campo de las ciencias y de las artes*. Servicio de Estudios del Banco de Bilbao, 194.

Centrándonos en uno de los supuestos más sencillos, cual es la representación de una sola variable, identificamos diferentes técnicas en función de si se trata de una variable absoluta o relativa. Así, para las primeras la técnica cartográfica adecuada es la de símbolos proporcionales -es decir, se representan símbolos de una determinada forma (normalmente círculos) que tienen un tamaño proporcional a la magnitud absoluta que constituye- mientras que para las segundas la técnica de referencia es la cartografía de *coropletas*, que se basa en un vectorial de polígonos (por ejemplo, delimitaciones administrativas de países, municipios, etc.) en el que cada unidad (polígono) asume un color o trama de intensidad proporcional al valor representado.

En la Figura 3 adjunta se sistematizan los principales tipos de cartografía estadística posibles, a partir de las tres entidades o elementos básicos geométricos de cualquier mapa, cuales son los puntos, los polígonos y las líneas.

Figura 3: De los datos a los mapas. Principales supuestos de variables y técnicas cartográficas



Elaboración propia.

En los mapas de *coropletas* para el establecimiento de las gamas cromáticas es importante diferenciar las variables cuantitativas de las cualitativas. Si la variable es cuantitativa su representación cartográfica se basa en la definición de intervalos que asumen un color graduado dentro de una misma gama, con intensidad proporcional al color representado, por lo que los distintos niveles de la leyenda componen una rampa cromática, mientras que en el caso de las variables cualitativas se considera que cada categoría supone un perfil o característica distinta del resto por lo que los colores asignados a cada una no están en la misma gama.

En la elaboración de cartografía estadística de un solo indicador obtenido de una variable cuantitativa, es también importante elegir el criterio de *discretización* para establecer la organización de intervalos más adecuada. Tales criterios son el de los *intervalos por punto de referencia dados* o “definido por el usuario” basado normalmente en límites de intervalo sin decimales que no siguen un criterio estadístico en la organización de los intervalos, *intervalos de igual amplitud* (criterio también denominado intervalos iguales) por el cual todos los intervalos tienen el mismo recorrido o amplitud entre los límites inferior y superior, *intervalos geométricos* por el cual la amplitud de cada intervalo crece de forma geométrica respecto al intervalo anterior, siendo especialmente adecuado cuando la variable presenta una amplitud importante y se desea matizar diferencias en los valores más bajos. Otros criterios destacados son: *cortes naturales* o *discretización según umbrales observados*, que identifica los intervalos a partir de saltos de valor

importantes en la secuencia ordenada de valores representados en un histograma de frecuencias, *medias anidadas* o discretización basada en la organización en intervalos a partir de los umbrales de la media general como referencia y posteriormente en función de las medias de los subgrupos generados a partir de la general. Finalmente, destaca el *criterio desviacional* basado en la organización de los valores por encima y debajo de la media y el posterior fraccionamiento en intervalos en función de proporciones de la desviación típica a partir de la media; con ello, el número de intervalos varía en función del rango de datos.

4. CONCLUSIONES

Actualmente, y desde la perspectiva técnico-metodológica, para la elaboración de cartografía estadística (que es la que permite convertir en mapas conjuntos amplios de valores estadísticos referidos a elementos geométricos concretos, sean puntos, líneas o superficies) el papel de los Sistemas de Información Geográfica es fundamental. Sin embargo, es necesario señalar que, desde la perspectiva teórica, es más importante definir los objetivos y fines de la cartografía que se va a elaborar, sean éstos la determinación de estructuras espaciales, la plasmación de desequilibrios territoriales, la definición e identificación de los elementos básicos de la organización geográfica de un país o una región, debiendo siempre supeditarse la técnica y los métodos a los fines cartográficos y no a la inversa, como en ocasiones se hace, por más que los resultados de la cartografía estadística permiten abrir nuevas perspectivas teóricas, abordar nuevos temas, formular nuevos interrogantes que enriquecen la investigación y la docencia, razón por la que el proceso de elaboración cartográfica no debe plantearse como un proceso lineal sino circular.

En el momento actual la incorporación de la cartografía estadística en el proceso de aprendizaje de los estudiantes es básica, pues son este tipo de herramientas (cartografía estadística apoyada en los Sistemas de Información Geográfica) las que contribuyen decisivamente no solo a servirse de los que las tecnologías de la información proporcionan sino a contribuir a la actual sociedad de la información y el conocimiento, haciendo que información y conocimiento se equilibren en mayor medida, sin olvidar nunca que sin los *qué*, los *para qué* y los *por qué*, esto es, sin bases teóricas, sin fines y sin temáticas a desarrollar en las diferentes disciplinas, los *cómo* de las técnicas cuentan escasamente. En este sentido la cartografía estadística sirve también para equilibrar los aspectos teóricos y los aspectos técnico-instrumentales en el aula, lo que sin duda favorece los procesos de aprendizaje y ayuda decisivamente a los estudiantes a incorporarse a la actual sociedad de la información y del conocimiento

5. REFERENCIAS

- Aguilera, M. J. (2003). La representación cartográfica de la información geográfica. VV.AA.: *Fuentes, tratamiento y representación de la información geográfica*. Madrid. Unidades Didácticas. Universidad Nacional de Educación a Distancia. 303-373.
- Brent, G., Alperin, J.P. y Kerrigan, S. (2008). El uso de Internet con software libre y fuentes espaciales abiertas para colaborar en la toma de decisiones, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, 8, 23-42.
- Buzai, G. (2008). *Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Cartografía Temática*. Lugar Editorial, Buenos Aires.
- De Cos, O. (2007). La dinámica metropolitana en España. Análisis estadístico y cartográfico de los municipios a partir de la población y la vivienda. *Geographicalia*, 51, 59-80.

- Massó, I.; Torres, M.; Valenzuela, A. (2010). La geoinformación: una necesidad creciente. *Mapping Interactivo - Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*. Octubre-Noviembre, 2010.
- Monmonier, M. (1991). *How to lie with the maps*. Chicago University Press.
- Reques, P. (2001). De las cifras a los mapas: el tratamiento cartográfico de la información estadística. *El campo de las ciencias y de las artes*. Servicio de Estudios del Banco de Bilbao. 175-203.
- Rodríguez, A.; Abad, P.; Alonso, A. y Sánchez, A. (2006). La infraestructura de datos espaciales de España (IDEE): un proyecto colectivo y globalizado. Granell, C. y Gould, M. -Eds.- (2006): *Avances en las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Publicacions de la Universitat Jaume I. Castelló de la Plana. 15-30.
- Santos, J.M. (2003). El tratamiento informático de la información geográfica. VV.AA.: *Fuentes, tratamiento y representación de la información geográfica*. Madrid. Unidades Didácticas. Universidad Nacional de Educación a Distancia. 375-417.