ETAPAS EN LA PRODUCCION DE MAPAS Y TEMATICOS CON SISTEMAS DE CARTOGRAFIA AUTOMATICA

Severino Escolano Utrilla ESCOLANO UTRILLA
Geografía Humana, Universidad de Zaragoza, ESPAÑA

RESUMEN

En este artículo que asume que la automatización de las tareas cartográficas ha promovido transformaciones de fuste en la concepción y elaboración de mapas. A consecuencia de las mismas, se propone una secuencia metodológica para la realización de mapas con programas de cartografía automática, que parte de la noción de mapas con programas de cartografía automática, que parte de la noción de mapa como medio de comunicación e insiste en la inexcusable apelación a la teoría para aprovechar plenamente los avances técnicos.

Más allá de la simple automatización de las tareas cartográficas, la creación reciente de justificados programas de cartografía automática (CA) y sistemas de información geográfica (SIG) han provocado cambios, tal vez revolucionarios, en la concepción y realización de mapas. No pocos de los efectos positivos derivan de la inclusión cotidiana de estos documentos en los medios de comunicación social y, al albur de la facilidad del manejo de aquellos sistemas de la ampliación del universo de "cartógrafos" a usuarios tan necesitados de información geográfica como, a veces, carentes de la información adecuada. Los escasos o nulos conocimientos, en unas ocasiones y el uso irreflexivo de algunos que así lo poseen, en otras, ha influido, cual activa orogenia, para levantar montañas de mapas de escasa calidad, su se valoran por su capacidad de comunicar. (J. C. Mûller y W. Zeshen, 1990, 24).

Y es que la CA y SIG son técnicas. Sería un error entender que la realización de mapas consiste en la aplicación rutinaria y simple de un repertorio de normas técnicas. Muy al contrario, es eso y mucho más: es generar un constructor social para intercambiar ideas entre sujetos; de aquí la "crucial" importancia de la imaginación teórica, hipótesis, especulación rutinaria e inspiradas conjeturas" (N. Waters, 1989, 31) durante todo el trabajo cartográfico.

Como quiere los espléndidos adelantos tecnológicos han comportado también alteraciones en los procesos y formas cartográficos, la utilización de programas de CA (y SIG) requiere especial dedicación a la teoría y conceptos que fundamentan la virtualidad comunicativa de los mapas lo que sigue es una propuesta de etapas y cuestiones críticas en el curso de los proyectos cartográficos con útiles de CA.

I. ELPROCESO DE COMUNICACIÓN POR MAPAS Y LA AUTOMATIZACION

Los mapas son, ante todo, instrumentos de comunicación del orden geográfico especialmente adaptada a las propiedades perceptivas e intelectuales

humanas mediante las que se aprehende, reconoce e interpreta información espacia: para J. Bertin (1967, 286): “la cartografía, traducción plana del orden geográfico, es el único medio de reducir la componente geográfica en función de las relaciones de proximidad espacial. No hay otro sistema para efectuar loa regionalización del espacio”, los mapas son, pues, abstracciones del mundo representadas por un sistema de signos en compromiso entre la precisión, la estética y la cantidad de información. La psicología, además, destaca el valor de lo espacial en la formación de estructuras metales, en una suerte de “mapas del conocimiento”. ([1])

Gran parte de la reflexión cartográfica tradicional, no exclusiva de los cartógrafos, ha seguido un rumbo cuyo norte ha sido los productos: los mapas, considerados en sí mismos aislados y prevaleciendo sus componentes técnicos. Las críticas “postmodernos” (J. B. Harley, 1988 y 1990; R. A. Rundstrom, 1991, D. Turnbull, 1989; N. Watters, 1991) han mostrado que es imperioso interpretar los mapas igual que un escrito o un discurso, inmersos en un proceso de comunicación completo y complejo, que acontece en un contexto social concreto, en el tiempo y en el espacio. Desde estas atalayas epistemológicas se insta a que la construcción de mapas sea interactiva, con participación de todos los agentes, comprendidos los usuarios, para cerrar el circuito de la comunicación, tal como sugiere la provocativa apuesta de L. Box (1991) en su llamada a abandonar la “ignorancia institucionalizada” y aprovechar el conocimiento cartográfico en las comunidades locales. En fin, se reclama la complejidad de la semiótica ligada a la intuición y la estética, como ingrediente, junto con la precisión de los mapas.

Con ello el horizonte cartográfico se ha dilatado y enriquecido, instaurándose nuevas categorías interpretativas: entre otros la noción de “poder”, de honda raíz foucauliana, la ideología y todas “las dimensiones sociales y políticas de la cartografía” – como el mapa opera en la sociedad como una forma de conocimiento- poder y como es usado para tal fin (D. R. F. Taylor, 1991, 213).

I. I. Agentes y medio en la comunicación cartográfica

El modelo de comunicación cartográfica reproducido en a figura es un punto de partida útil para encuadrar los múltiples impactos de la CA. Acerca del mismo, y en lo que nos atañe, cabe destacar que:

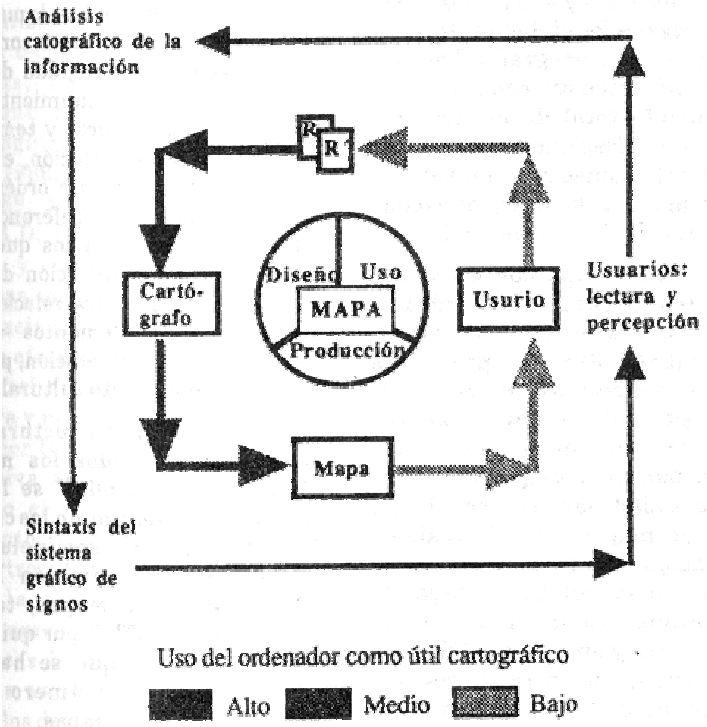
- El recorrido de la información es largo y complicado, e involucra, junto a medios materiales, a variados agentes, interlocutores- con diferentes niveles de lectura.

- Siempre se origina en los fenómenos del mundo real, que seleccionados, reunidos y analizados, se representan en forma de mapa. Su percepción y lectura moldean en el usuario una “imagen de la realidad” que suele desviarse de la “fotografía del mundo real”, y

[1] El delicioso cuento de Miguel A. Mendo (1988): los mapas estéreos, Edelvives, Zaragoza, es una muestra excelente del valor de los mapas (“¿metamapas?”) en la organización de ideas abstractas.

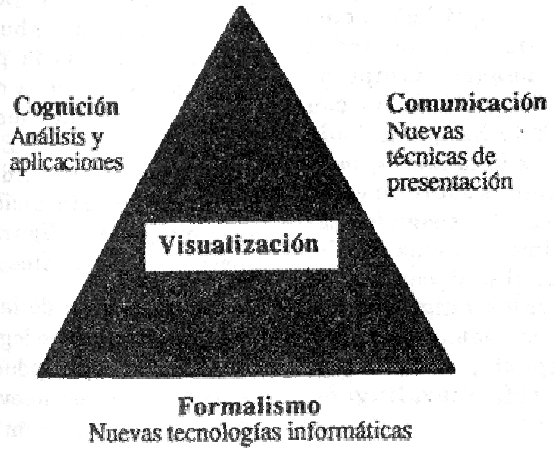
- Es creciente intervención de los ordenadores y otros instrumentos en todos los estadios de la construcción de mapas. La denominada CA y el SIG son las herramientas más difundidas y depuradas.

Esquema del modelo de comunicación cartográfico



Fuente: Ormeling and Kraak,1987

Factores y relaciones que intervienen en la visualización en cartografía



La eficacia de un mapa, referida a la transmisión rápida y correcta de mensajes y exactitud y coincidencia con la realidad, dependen de la información retenida, del tratamiento que se le aplique, de la apropiada utilización del sistema geográfico, de las técnicas disponibles y de la preparación del lector. La búsqueda de la conjunción óptima de estos factores es la meta ansiada por los que construyen mapas.

I.2. Incidencias CA en algunos aspectos de la comunicación cartográfica

Las transformaciones introducidas por la automatización han concernido a las técnicas, a los conceptos ya los contenidos, llegando a interesar a los cimientos teóricos y metodológicos de la cartografía. Por ello sin las correspondientes reformas teóricas, el aprovechamiento total de los recursos técnicos presenta serias limitaciones. No menores han sido las consecuencias sobre la división del trabajo y la especialización- desespecialización de los profesionales.

Como aquí nos ocupamos de la CA conviene delimitar, al menos someramente sus funciones. A tal fin, parece pertinente la definición propuesta por Tomlinson Associates (1987, 154): "el uso de sistemas basados en computadores por la producción más eficiente de mapas; tales sistemas pueden reemplazar varias formas de la actividad anual asociada con la producción de mapa, con el escalado, edición, coloreado, simbolización y rotulado. Los sistemas desarrollados para la cartografía automática usan diferentes estructuras de datos y ofrecen un diferente conjunto de funciones dentro de las que son comunes a los sistemas de información geográfica y en general a los dos tipos de sistemas no son muy compatibles".

En la era de la información los mapas han salido reforzados por su inapreciable valor como certeros instrumentos de navegación sobre convulsas masas de datos. En consonancia con el crecimiento exponencial de datos geográficos como se apunta en el párrafo anterior, todos los programas de CA pueden manipular volúmenes de datos con rapidez aceptable. Ello ha exacerbado la cuantificación de los fenómenos pero persisten los interrogantes sobre su valor y los criterios de selección, sesgados tal vez, hacia lo más fácilmente mensurable. Ciertamente, una cualidad común en todos los mapas, visuales y digitales es que "enfocan su atención selectivamente en regiones del espacio, caracteres, objetos y temas…" (M. Visvalindgam, 1989, 31).

Hoy, y en el pasado los mapas tienen la función de almacenar, organizar y transmitir información y conocimiento, la cognición de las relaciones espaciales, es un adjetivo principal de los mapas, difícil de separar de la forma (representación) aunque no es esta ni el exclusivo, ni siquiera lo más importante de los mapas. Los mapas son medios para aprender la complejidad de la sociedad moderna, a cuyo entendimiento contribuyen los mapas topográficos y temáticos. Como sistema de representación, el mapa es un lenguaje perfectamente ordenado, y como ellos se componen de: referencia o mención (objetos exteriores a los que se refiere), abstracción (simplificación del ámbito de referencia) y estructura (relación sistemática entre partes y elementos- sintaxis); su significado en interpretación, por tanto, solo cambie en un contexto cultural específico.

Una cuestión estructurante que se encuentra en todos los mapas es la respuesta a "¿dónde?" se localizan los hechos; sin embargo, en las circunstancias sociales presentes son ineludibles a otras preguntas que también han de ser contestadas por mapas, tales: "¿o por qué?" "¿cuándo?", "¿quién?" "¿para qué?", toda vez que se han ampliado grandemente el número de tópicos abordados en los mapas.

Las CA y los SIG han impacto en la representación del conocimiento geográfico, pero al replicar el modo de adquisición del conocimiento geográfico, que moviliza múltiples acciones del cerebro humano, es muy difícil (D. R. F. Taylor, 1991, 214). De allí que disponer de información abundante sea una condición necesaria pero no suficiente para formar buenos mapas; está debe ser ilumina con "ideas y conceptos" (N. Watters, 1989,31). E el conocimiento geográfico contenido en los mapas pervive algo de intuición, composición de imágenes de y figuras gobernadas por facultades deferentes de la "lógica".

En el terreno de la "imagen" la CA y SIG han alcanzado logro espectaculares. La mejora de los productos existentes y la creación de otros nuevos incrementan la eficacia en la CREACIÓN y transmisión del conocimiento geográfico a través de mapas.

Estas realizaciones originales-digitales, volumétricas y otros formatos- causan impresiones perceptuales distintas de los modelos "clásicos" que precisan de más investigación.

La visualización, revolucionada por las nuevas tecnologías informáticas y electrónicas ha devenido en útil científico que demanda preparación técnica e imaginación en sus aplicaciones (J. Deken, 1986; R. M. Friedhof. F. Y V. Benson, 1989; B. H. McCormick T. A. Defanti y M. D. Brown, 1987). Para la geografía y la cartografía las consecuencias son de gran juste, por que "la visualización de los datos pretende explotar con efectividad la habilidad del sistema individual humano para reconocer la estructura y modelos espaciales. Esto puede proveer la clave para la crítica y comprensiva aplicación de los datos beneficiando el subsiguiente análisis, procesamiento o toma de decisiones" (P. K. Robertson, 1988, 34). En otras palabras, la visualización intenta provocar la apreciación intuitiva de las características básicas de los datos, y "representar en mapas los principales aspectos de los datos sean estos visuales o no por naturaleza pero que en su representación visual pueden ser entendidos fácilmente por el observador" (P. K. Robertson, 1988, 234).

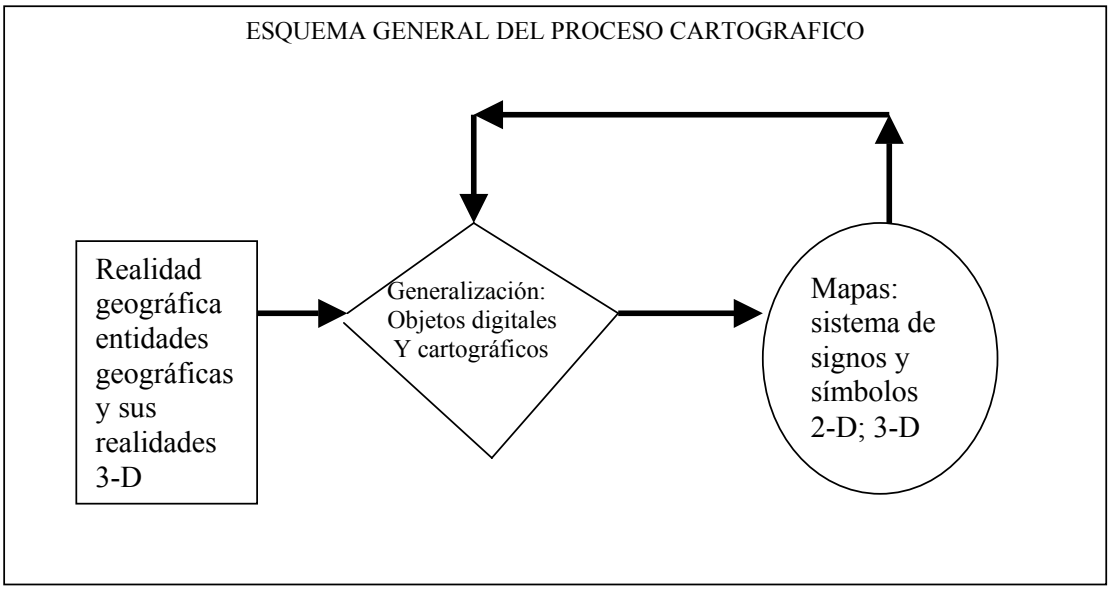
Las formas nuevas de visualización simulaciones tridimensionales, holografía han demostrado ser más potentes para el análisis y la comunicación; nuevas experiencias incorporan resortes que trata de excitar a todos los sentidos humanos de la percepción (A. V. Dam, 1984; L. Way, 1990); seguramente, desde aquí se progresará a la "realidad virtual". La visualización como herramienta científica de gran valor en la geografía ha de conjugar,

equilibradamente, los progresos en el conocimiento en la comunicación y en la tecnología (D. R. F. Taylor, 1992, 215).

2. LA PRODUCCION DE MAPAS TEMATICOS AUTOMATIZADOS

Prácticamente todas las investigaciones geográficas contemplan un proyecto cartográfico más o menos ambicioso; por eso, los geógrafos están habituados a componer y leer los mapas. Esta familiaridad llega a convertir, con más frecuencia de la deseada, el trabajo cartográfico en la obligación anodina, fastidiosa y mecánica, ignorando así las importantes acciones científicas que subyacen en la construcción de cualquier mapa.

Sin embargo, la concepción, diseño y representación cartográfica es un ejercicio laborioso, que obliga al despliegue de potentes funciones intelectuales y técnicas y de cierto agrado de intuición que lo hacen estimulante y difícil a la vez, el gráfico implica lo esencial en el proceso.



El cometido de la cartografía, como vicaria del mundo real, estriba en trasladar el mundo real, compuesto de objetos geográficos de dos o tres dimensiones, a una representación, habitualmente en soporte plano, compuesta por un sistema gráfico de signos convencionales de lectura, o sea, un mapa. Esta abstracción de la realidad es un procedimiento rápido, simple y eficaz parta comunicar fenómenos variados localizados en el espacio de un momento y contexto dados. Cuando en enfoque privilegia el tema, más que la producción minuciosa de la realidad, el producto recibe el nombre, no muy preciso pero ya consagrado, de mapa temático.

De lo anterior se desprende que el proceso, sobre complejo, es global y unitario, completo y no lineal, es decir, el mapa se llega tras una reflexión conjunta sobre la naturaleza de la reflexión geográfica, les medios gráficos y de análisis y los objetivos buscados. Sólo por razones prácticas se puede

segmentar en fases lo que es continuo y retroactivo; estas podrían establecerse como sigue:

1) La concepción del mapa temático.

2) La recogida de información, de la base cartográfica y del tema (fenómeno a cartografiar).

3) Preparación tratamiento de la información; simplificación y generalización por procedimientos gráficos y temáticos.

4) Representación cartográfica; trascripción del tema por medio de símbolos a la base cartográfica.

5) Elaboración final: identificación del mapa, confección de la leyenda, indicaciones de fuentes, métodos.

2.1. La concepción del mapa temático

La automatización de diversas faenas de la labor cartográfica otorga a esta etapa una importancia mayor que en la modalidad de realización manual. Las decisiones aquí adoptadas condicionan las acciones posteriores para confeccionar el mapa.

Determinar la forma general del mapa implica reunir y valorar información, al menos, sobre finalidad, tema y destinatarios.

- En primer lugar, es imprescindible definir meridianamente los fines perseguidos con un mapa. Unas veces se tratará de mostrar las pautas de las distribuciones, otras demostrar la existencia de relaciones.

- A continuación se analiza el tema del mapa, para conocerla naturaleza de las variables a representar, su número, escala de medida y posible forma geométrica a que se pueden ser reducidas.

- Asimismo es preciso contemplar el uso que se va a hacer del mapa, que influirá en la acción de los métodos de estructuración y representación de los datos.

2.2. La recogida de la información

La construcción de un mapa temático exige allegar información debidamente organizada relativa al mapa base y al asunto a cartografiar.

La elección del tipo de mapa soporte no es neutra, y afecta al mensaje. Por eso no habrá que buscar el más adecuado a los objetivos, considerando la significación y posibilidades de: los sistemas de proyección, la escala, el grado de generalización y el tipo de unidades espaciales a representar.

Los individuos, **entidades** u objetos geográficos –un río, un municipio, una ciudad- son aprehendidos para su tratamiento científico a través de la medición de algunos de sus atributos, características o **variables**, -longitud, extensión, población- que dan ligar a colecciones de valore, o por constructos –densidad-, que son elaboraciones intelectuales, relaciones entre variables que no tienen trasunto real. Esta distinción entra variables de observación y **constructos** es trascendente al aplicar diverso métodos de análisis a los datos.

La confección de mapas con CA precisa también identificar el carácter continuo –altitud- o discontinuo- reparto de la población- de las variables, fijar la conversión de estas a **objetos digitales** –punto, nodo, línea, arco, cadena, área, volumen, pixel-, y a **objetos cartográficos** –puntos, líneas y superficies. Conocer la **escala de medida** de las variables –nominal, ordinal, intervalo y proporciones- es fundamental en todos los estadios, ya que condiciona los tipos de métodos y análisis aplicables así como la simbolización.

2.3. Preparación y tratamiento de la información

Habitualmente la información bruta recopilada sobre cualquier fenómeno cartográfico no es directamente representable en un mapa. Esta ha de ser simplificada y reestructurada manteniendo lo esencial y desechando lo accesorio. Esta necesidad surge de la oposición entre la constante capacidad de percepción humana y la secuencia continua e infinita de los niveles de observación del orden geográfico (J. Bertin, 1967, 300).

A todas las transformaciones aplicadas al mapa base apara reducir los datos sobre el tema se les denomina **generalización**, y son actividades esenciales en la construcción de mapas. Para Bertin (1967-300) la generalización "es la forma espacial del problema de la simplificación. Generalizar, es pues, buscar conceptos aplicables a los signos disponibles, y que se pueden considerar como parecidos dentro de un mismo campo conceptual, de forma que este campo se distinga con claridad de los ámbitos vecinos".

La abstracción que se realiza con las diversas clases de generalización esta condicionada por las facultades de percepción y razonamiento humano. Es un problema de construcción de modelos geográficos. Los condicionantes de la generalización son los mismos que hacen un mapa más o menos eficiente. El propósito, la naturaleza y la organización de los datos, el usuario y el entramado, espacio temporal.

Por ellos, la automatización de estas operaciones progresa muy lentamente y constituye un núcleo resistente en la programación de CA y SIG; junto a las mejoras técnicas, es necesario formar un cuerpo de teoría competente para dominar los métodos humanos de abstracción e instruir debidamente al ordenador (B. Buttenfield y R. B. McMaster, 1991).

La generalización suele llevarse sobre los objetos cartográficos y a las medidas de las entidades geográficas. Cuando se simplifica manteniendo la naturaleza del objeto es una generalización geométrica (Bertin, 1967,300, la denominada estructural), a la que se ha dedicado bastante atención en la CA y SIGs. Si se

produce un cambio de implantación (pintos, áreas, líneas a puntos, áreas a puntos) la generalización es más ardua y tiene un carácter conceptual, para esta se reclama mayor esfuerzo porque su conocimiento ha de sustentar los algoritmos de generalización de la CA y SIGs (D. M. Mark, 1991-, R. Weibel, 1991).

Es el primer tipo, tanto en su versión manual como automática, los principales escollos surgen de la simplificación de líneas (B. P. Buttenfield, 1991) y de la reducción de constelaciones de puntos (Bertin, 1957, 303). Además incorporar criterios estéticos –la belleza no debe de estar proscritas a los mapas, -es obligado a mantener ciertas relaciones en el plano, para minimizar los errores, singularidad, orientación, paralelismo, tangencia, tamaño… (Bertin, 1967, 303).

La generalización conceptual entraña desplazamientos en la escala medida y cambios en los conceptos definidos, que se reflejan en la leyenda. En la representación gráfica de los símbolos evolucionan hacia puntos: si se acepta que un punto permanece como tal (uno desaparece), una línea recta finita deviene en punto, una línea sinuosa primero es recta y después en un punto, y un área se simplifica hasta convertirse en un punto. Una nube (de puntos, líneas o áreas) se convierte primero en una zona y finaliza en un punto.

La reestructuración es el dominio de los atributos hace uso de funciones de abstracción esenciales en la formación del conocimiento científico. Las más importantes en cartografía (T. L. Nyerges, 1991, 66) son:

- Clasificación: Pare delimitar clases o categorías en la razón de alguna propiedad común que comparte un conjunto de individuos. En geografía los atributos suelen referirse al espacio, tiempo y tema.

- Asociación: Consiste en determinar grupos de entidades por algún tipo de relación o influencia entre ellas.

- Generalización: es el proceso para juntar individuos en clases genéricas. La vía opuesta es la especificación (ejemplo puente= especialización: de ferrocarril, autopista, carretera= generalización: puente).

- Agregación: es la adición de clases se unidades para formar una superclase. Lo contrario es la desgregación (ejemplo: ríos, lagos, embalses.. = aguas). Nótese la similitud con la generalización, pues aplicada a ríos, lagos, etc., llegaría al mismo término de “aguas”.

La organización de estas actividades y su operativización en la CA y los SIG han conducido a la formación de numerosos modelos de generalización, compresivos o específicos. (R. McMaster, 1991, 22), tales como el de L. Ratajski (1967), Brassel y Weibel (1988) y otros.

Los productores de CA suelen disponer de alternativas para reducir la variabilidad de datos o grupos o intervalos cartografiables. A modo de ejemplo se recogen las opciones gráficas y matemáticas del programa Cratographie-2D

([2]) para simplificar las variables. Cada una produce resultados diferentes y su utilización está en función de la cantidad variables, su escala de media, y el objeto gráfico; el número máximo de intervalos en que se puede categorizar una variable es ocho, habida cuenta que puede manejar hasta 1000 entidades con 20 variables cada una.

Entidades geográficas, escalas de medida y tipo de simbolización cartográfica.

Símbolo Escala	Punto	Línea	Superficie
	Capital	Canal	Usos del suelo: