

CONCEPCION Y EJECUCION DE CARTOGRAFIA PARA LA ORDENACION DEL TERRITORIO Y EL URBANISMO A TRAVES DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

José Luis Calvo

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Universidad de Zaragoza

INTRODUCCION

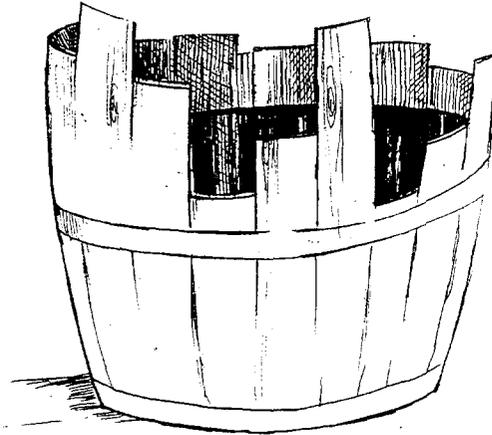
La concepción y ejecución de cartografía para la Ordenación del Territorio y el Urbanismo con utilización de Sistemas de Información Geográfica no difiere esencialmente del proceso a seguir para su realización manual, pero los SIG ofrecen además una serie de posibilidades que deben integrarse en el proceso para valorar al máximo las potencialidades residentes en el profesional geógrafo como experto que es tanto en las materias precitadas como en el manejo de ese su lenguaje específico que es la cartografía.

En esta línea, la ponencia analiza las diferencias entre información, información territorial e información específica para la Ordenación del Territorio y su conexión con el Urbanismo.

Se trata con ello de matizar, en primer lugar, las diferentes matrices y submatrices geográficas por las que debe encaminarse el discurso profesional en la realización de cartografía, para enfatizar que la eficacia de los SIG depende a la vez del *hardware*, *software*, bases de datos, y de una formación geográfica integradora, a la vez, tanto de sus propias esencias holísticas como de la capacidad de conceptualización y desarrollo del problema en los términos técnicos que *hardware* y *software* sean capaces de ofrecer.

Podría decirse que la capacidad de respuesta de los SIG en la instrumentalización cartográfica es comparable a la de contención de agua de un cubo formado por duelas de desarrollo desigual.

El factor limitante será el que marcará el nivel de eficacia del sistema en su conjunto y lo que cabe preguntarse es cómo incrementar este nivel desde la situación actual de la Geografía Española, integrando las nuevas posibilidades en los acerbos tradicionales.



Para ello se reconsideran en primer lugar las tipologías de *software* cartográfico, desde los más elementales hasta los sistemas expertos y se valoran más tarde las variables visuales en su adecuación a las posibilidades residentes en los SIG y en las tipologías de problemas a representar.

INFORMACION, INFORMACION TERRITORIAL E INFORMACION PARA LA ORDENACION DEL TERRITORIO

Información territorial e información para la ordenación del territorio tienen elementos en común, pero no pueden aplicarse indistintamente.

Toda información, vectorializada o rasterizada, referenciada a la base superficial en la que se inscribe, es información territorial, pero para que sea asumida como específica para la ordenación del territorio o el urbanismo habrá de ser concebida y elaborada en función de ese objetivo y problema concretos que se persiguen.

Un planteamiento de este estilo limita cada vez más el campo de validez de la información disponible, a medida que se vayan acotando los problemas concretos ligados a la ordenación territorial y el urbanismo, lo que exigirá profundización y especialización en el problema.

Sin embargo, esta necesaria focalización de la información en función de unos objetivos, no exime de la tradicional consideración universal y diagonal de la

ciencia geográfica ya que también para la ordenación territorial en casos concretos se necesita conocer la importancia relativa de las restantes variables, puesto que todas ellas influyen en la definición del hecho geográfico y tienen además una participación diferente en función de su distribución espacial en el conjunto. Este es un valor añadido que tiene la cartografía y es lo que refuerza las ventajas del mapa sobre las presentaciones estadísticas tradicionales.

Este sería el planteamiento holístico de la matriz geográfica de Berry, con sus columnas y filas, contemplado en su diagonalidad espacial y temporal, en el que deben inscribirse los ámbitos más concretos y reducidos de las submatrices para la ordenación territorial.

Debe además haber en la ordenación del territorio y el urbanismo una mayor profundización tanto en lo temático como en lo territorial, en función de unos objetivos, pero sin perder por ello de vista la inserción del problema tanto en espacios más amplios como en la holística de los planteamientos.

Si se tratara de aplicar a este tipo de información la teoría de conjuntos, la definición podría ser la de conjuntos disjuntos (climatología, edafología, poblamiento, actividades de la población, etc.) que pueden tener vida propia en el conjunto de las ciencias -de ahí el carácter de disjuntos- pero que al mismo tiempo se interpenetran en sus resultados (mayor poblamiento en zonas de buena climatología, ésta a su vez puede generar diferente tipología de vegetación con suelos más o menos profundos, etc..) lo que significa que sus intersecciones no están vacías y en consecuencia, como en tantas otras cuestiones, el resultado final es más que la suma de las partes.

En definitiva, la información en la matriz geográfica tal y como la proponía Berry constituiría una serie de **"conjuntos-disjuntos de intersección no vacía"** y con ello quedaría satisfecha conceptualmente la idea de interpenetración y hasta la de síntesis que ha caracterizado el quehacer geográfico desde Vidal de la Blache, pero seguiría sin matizarse lo que de específico debe tener la información para cumplir su papel en la ordenación territorial y el urbanismo. ¿Cuáles serían estas especificidades?

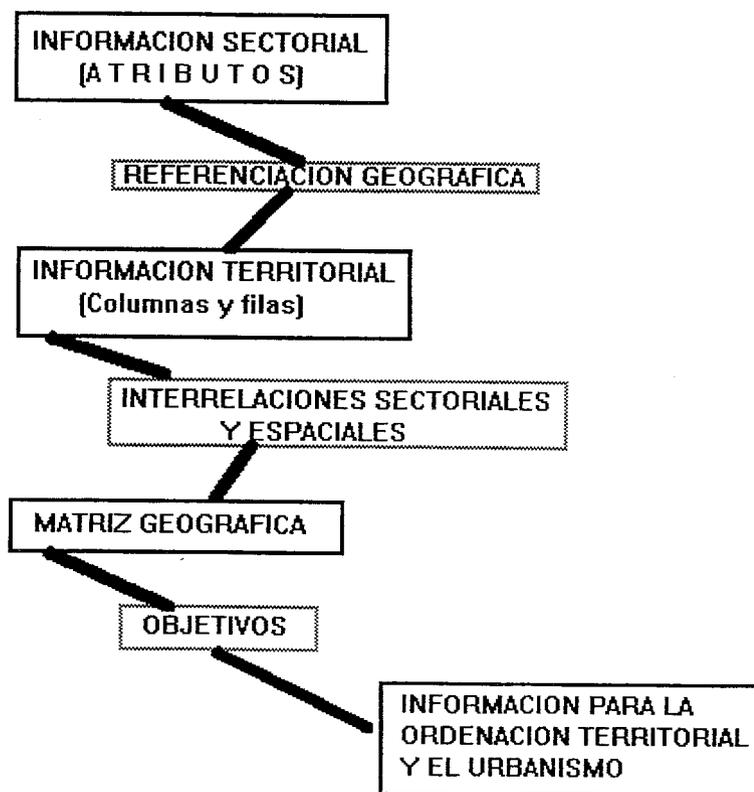
La especificidad de la información para la ordenación territorial y el urbanismo

Un planteamiento lógico previo de la información para la ordenación territorial y el urbanismo consideraría una serie de escalones de orden jerárquico:

- 1.- Información en general
- 2.- Información territorial
- 3.- Información específica para la ordenación territorial y/o el urbanismo
- 4.- Consideraciones específicas de presentación o simulación a través de cartografías *ad hoc*

Si se olvida este escalonamiento y se pretende arrancar de la compra del *hardware* necesario para la implementación de un Sistema de Información Geográfica más o menos sofisticado, posiblemente los resultados serán bastante parcos en relación con el capital invertido, con la particularidad de que, dada la rápida obsolescencia del material informático, no se habrán podido justificar las inversiones. Sin embargo, cualquier Sistema de Información Geográfica, desde el momento que se haya capturado e introducido la información con arreglo a implantaciones puntuales, lineales o superficiales, es capaz de generar bases de datos territoriales de las que pueden derivarse presentaciones cartográficas automatizadas perfectamente correctas desde la lógica matemática de tratamiento de las variables visuales.

De ahí el razonamiento podría derivar hacia la consideración de la pregunta ¿Si el SIG es capaz de generar cartografía y la cartografía incorpora *per se* la referenciación espacial, no habría necesidad de identificar esta producción cartográfica de los SIG con la información necesaria para la ordenación territorial y el urbanismo?



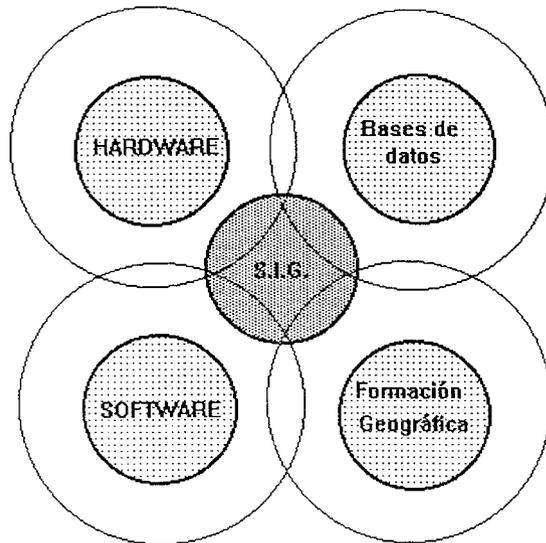
La respuesta correcta podría ir en la línea de decir que esta producción es absolutamente necesaria, puesto que hoy día no se puede ir haciendo cartografía con las herramientas de Humboldt, pero no suficiente, o por lo menos no suficiente en un mundo que cambia, en el que el geógrafo, como el resto de los profesionales debe estar liderando el cambio si no quiere convertirse en servidor de la máquina.

Por ello es necesario conceder mayor importancia a la estructuración global previa y dar al *hardware* y aplicaciones asociadas, su estricto papel como medio instrumental por "epatantes" que sean las "demos" de las diferentes empresas suministradoras que, en último término, tienen como finalidad la venta del equipo, pero que no aportarán a la ciencia geográfica otro valor que el de la calidad de la interpretación que los profesionales geógrafos sepan obtener. El valor añadido estará por lo tanto en el *savoir faire* geográfico que marcará la diferencia con las cartografías obtenidas por aquellos otros técnicos que, frente a la misma herramienta, no conozcan en profundidad ni la significación diagonal de sus contenidos ni sus claves de interpretación para la ordenación territorial.

Naturalmente, ante una argumentación de este estilo, podría igualmente objetarse que sin una herramienta técnica adecuada, con un *hardware* susceptible de experimentar, tampoco podrían realizarse avances sustanciales.

El argumento no carece de alguna lógica puesto que *hardware* y *software* deben entrar en un *feed-back* continuo que mejore permanentemente los resultados. Lo que no se sostiene es la adquisición de equipos y/o aplicaciones, generalmente costosísimos, sin definir el campo de problemas a resolver y pensando simplemente en los problemas que las "demos" ya tienen estandarizados, puesto que en una sociedad como la nuestra, cuya principal componente estructural y estructurante es el propio cambio, sólomente desde la cresta de la ola de la investigación se está aportando algo al desarrollo de la sociedad, y esta parte de aporte se encuentra mucho más cerca del *software* que del instrumental, aunque se necesite dialogar y apoyarse en él. Por eso, muchos autores al referirse a los SIG, implícitamente ya están haciendo referencia no solamente al *hardware*, sino también al *software*, añadiendo además las bases disponibles de datos y aún las técnicas específicas de manejo de todo lo precitado, puesto que, al igual que en un cubo, la capacidad de almacenamiento de agua, y por lo tanto su eficacia, vendrá dada por la menor de las duelas que normalmente suele coincidir con la preparación profesional de los usuarios.

Es el mismo razonamiento que afecta a la ciencia geográfica. Siempre hay necesidad de partir de una síntesis previa en la que se contemple el problema en su conjunto antes de avanzar en cualquier campo, pero sin perder nunca de vista la generalidad, -en la que se incluyen las posibilidades del Sistema de Información Geográfica y la tecnología en cuanto tal- como paso previo al establecimiento de nuevas conclusiones, porque todo trabajo geográfico es siempre un análisis entre dos síntesis y los avances en una "duela" sólomente adquieren significación en la medida que se traducen en una mayor eficacia del conjunto.



Las bases de datos para su tratamiento en Sistemas de Información Geográfica

Un SIG puede manejar grandes cantidades de información, aún contando con la gran cantidad de memoria que las aplicaciones gráficas necesitan. Sus posibilidades van abriéndose y ampliándose a medida que aparecen ordenadores más potentes, a precio más reducido y con una mejor capacidad de almacenamiento y tratamiento de la información.

Por otra parte, estas mismas capacidades están a su vez dando lugar a una hiperproducción de nueva información de la que se carecía hasta hace no demasiado tiempo. Todo ello, unido a la propia velocidad del cambio social, hace que el ciudadano, que para tomar decisiones debe estar bien informado, será cada vez será menos libre si no accede a las nuevas tecnologías, lo que justifica el conocimiento de la informática incluso como soporte de las libertades.

Pero aún aquellos que hayan sido capaces de desarrollar estas habilidades informáticas pueden encontrarse en una situación no mucho mejor comparativamente que en la etapa preinformática, pues la eficacia de la información solamente se alcanza cuando se conocen sus interrelaciones espaciales y sectoriales. En esta vía, los mapas pueden ser un buen instrumento para presentaciones de interrelación que facilitan la toma de decisiones por la simplicidad de presentación y pluralidad de sugerencias que un buen tratamiento cartográfico puede ofrecer, aunque sea menester el desarrollo de una cultura de interpretación paralela a la de su concepción y realización.

Es un campo en el que no se realizan suficientes esfuerzos en las escuelas e institutos, pese a la universalidad del lenguaje cartográfico, y convendría insistir en ello ya que la trasmisividad de la información no depende tanto de los costosos SIG

sino de una buena formación en cartografía temática. El instrumento agiliza, pero ni interpreta ni presenta.

En nuestros Departamentos de Geografía también se plantea la necesidad de conexión con las redes de información que proporcionen, en tiempo real, datos suficientes y suficientemente desagregados en función del problema a abordar, y ésto tanto para el planteamiento de nuevos temas de investigación, como para el análisis, la toma de decisiones, o la presentación espacial de las series estadísticas.

La capacidad de conocimiento y acceso a la información existente es esencial para la operatividad de los geógrafos, y un **departamento vale lo que su base de datos**. Si este primer aspecto no está cuidado, el tratamiento gráfico o cartográfico que puede darse a la información y las utilidades que de ello se derivan, sufrirá las consecuencias de la carencia de información actualizada para la toma de decisiones o la mera presentación de situaciones.

Si se tiene en cuenta que en la demanda que la sociedad haga de la Geografía, las meras explicaciones del pasado tan solo van a tener validez en la medida que sirvan para obtener consecuencias y proyectar hacia el futuro, **la inmediatez en la disponibilidad de la información y en la presentación de resultados y soluciones será una condición indispensable para mantenerse en la competencia profesional**, pues quizás nunca como ahora y en este campo sea tan válida la frase de Unamuno de que "el presente es el esfuerzo del pasado por transformarse en porvenir."

El planteamiento no es gratuito puesto que -volviendo a la conexión entre la cartografía para la ordenación del territorio y el urbanismo y los SIG- una de las grandes revoluciones que se ha producido en el campo de la producción cartográfica es que el mapa, que tradicionalmente ha sido considerado como elemento final de un trabajo, ahora se ha convertido en un eslabón más de la cadena de información que ni siquiera es el último.

Lo realmente importante es que la información esté permanentemente actualizada y que de ella puedan derivarse mapas en cualquier momento, pero la finalidad de estos mapas intermedios, la mayor parte de las veces, no es ir a la imprenta, sino servir de medio para una investigación, para la toma de unas decisiones, para la presentación de resultados, para simular supuestos o escenarios, etc, sea esto en pantalla o en papel, pues lo que ahora cuenta no es el mapa como producto final, sino el mismo proceso en sí y su aplicabilidad inmediata.

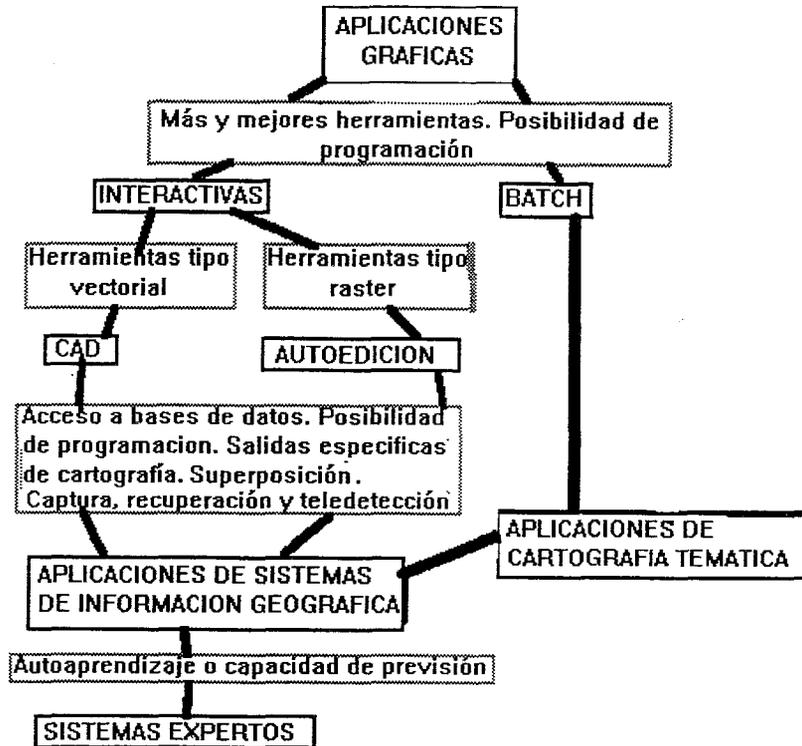
Pero además de una buena base de datos, se requiere que esta información tenga una correcta referenciación geográfica que puede abarcar desde una proyección geográfica asumida por el sistema y con posibilidades de intercambio, en cuyo caso los problemas de escala pueden casi llegar a desaparecer en el tratamiento de los datos, hasta una adecuación de los ambitos de desagregación de los valores de la variable acordes con la escala de presentación del problema. El trasvase de la escala de Ordenación del Territorio a la del Urbanismo, representa muchas veces una nueva petición de principios cuando no una redefinición total del problema y de las presentaciones. Si se ha de establecer una base de datos territoriales polivalente,

debe buscarse no solo la mayor desagregación espacial coincidente con la escala mayor de definición del problema, sino un correcto solapamiento y escalonamiento de la geometría de referenciación tanto de la base como de las diferentes variables a cartografiar.

Solamente cuando éstos aspectos queden garantizados se podrá abordar un diseño cartográfico completo con una adecuación específica de las variables visuales al problema en su conjunto, y se estará en condiciones de seleccionar el *software* más conveniente para las posibilidades de nuestra base de datos territoriales.

Clasificación del software para la realización de cartografía

Como puede verse en el esquema número 4, las salidas cartográficas para la información territorial van desde las meras aplicaciones de dibujo que ahorran tiempo de grafiado, pero no permiten una conversión directa de la información para la generación de las variables visuales, hasta los sistemas expertos, capaces de ir aprendiendo y seleccionando aquellos tipos de mapas que mejor se adecúan, por el valor de sus variables, al tipo de problema que debe ser objeto de representación, aunque otros entienden como sistemas expertos exclusivamente los que tienen capacidad de proyección al futuro.



De menor a mayor grado de perfeccionamiento y posibilidades, podrían diferenciarse:

- Aplicaciones de dibujo
- Aplicaciones de diseño asistido por ordenador, entre las cuales podría diferenciarse las aplicaciones con herramientas tipo vectorial (CAD), y las que utilizan herramientas tipo raster
- Aplicaciones para la realización de cartografía temática, que generalmente arrancan de planteamientos no interactivos en paquetes (batch) que pueden funcionar en cola de programación y cuyos resultados no se ven hasta la realización completa del trabajo.
- Aplicaciones tipo Sistema de Información Geográfica, que ya tienen herramientas más complejas, con acceso a bases de datos, posibilidad de programación, salidas específicas incorporadas de cartografía, permiten la superposición, captura y depuración de datos, recuperación y conexión con sistemas de teledetección.
- Sistemas expertos, que son un paso más en este camino, y se caracterizan por el empleo de lenguajes de quinta generación, capaces de aprender de sus propios errores, aunque con frecuencia se comercializan como tales aquellos que simplemente tienen posibilidad de prognosis.

EL DISEÑO CARTOGRAFICO EN LAS APLICACIONES GRAFICAS DE ORDENADOR. LAS VARIABLES VISUALES Y SU ADECUACION CON LAS TIPOLOGIAS DE PROBLEMAS A REPRESENTAR

Las variables visuales con las que pueden construirse los mapas o planos en los SIG son las mismas que tradicionalmente se han puesto de relieve por Bertin en su "Semiologie Graphique". Son las clásicas variables de **tamaño, valor, textura, forma, orientación y color**, que junto con la **posición** y el diseño del **mapa base**, constituyen las herramientas básicas con las que pueden realizarse tanto representaciones manuales como a través de SIG. Lo que varía en las tipologías de *software* precitadas son las posibilidades técnicas de adaptación de cada una de ellas.

- El **tamaño** es, en principio, la variable que mejor se adapta para la presentación de lo cuantitativo, siempre y cuando se establezca una adecuada asociación entre los valores de la variable real y los de la visual. Es relativamente fácil de reproducir en casi todas las aplicaciones que estén un poco más desarrolladas que los simples paquetes de dibujo, en los que si bien pueden realizarse diferentes tamaños, no suelen encontrarse instrumentos que garanticen la adecuación de la variable visual con la real en tanto no se permite el ajuste por programa.

Esta cuestión queda perfectamente resuelta con las aplicaciones de cartografía temática y en la mayoría de las de CAD y autoedición, con las limitaciones lógicas de saber elegir tamaños visuales acordes con las características del problema, lo que puede llevarnos hacia soluciones de tipo superficial, volumétrico, etc. y dentro de ellas, con o sin constricción, lo que no siempre aparece ni siquiera en todos los SIG.

La variable tamaño es también la más sencilla de programar bien sea por adecuación directa variable visual/variable real, bien dando unos porcentajes de cubrimiento que redimensionen todo el conjunto o estableciendo unos umbrales de amplitud de los intervalos a representar, en función de los cuales se seleccione la representación superficial, volumétrica o con diferentes factores de ponderación entre ambas.

Habida cuenta de que muchas veces la concentración relativa de los valores de la variable real en algún intervalo reducido impide percibir los ajustes finos entre variable real y visual, en ocasiones pueden ser también correctas las representaciones por intervalos, en cuyo caso, incluso las aplicaciones más modestas, pueden dar representaciones correctas.

- El **valor**, definido como el grado de luminosidad de la figura o del fondo de representación, se presta bastante bien a representaciones de tipo ordinal o selectivo, pero debe ser utilizado con mucha prudencia, pues el ojo humano, dependiendo mucho del entrenamiento, no es capaz de percibir más allá de diez variaciones. Una media prudente podrían ser media docena de ellas.

Prácticamente todas las aplicaciones, incluidos los más modestos paquetes de dibujo, ofrecen esta posibilidad. Por supuesto la calidad de la diferenciación hará más o menos aconsejable su uso y, en aquellos que puedan introducir resoluciones en color, las variaciones perceptibles de luminosidad se acrecentarán.

Más que una cuestión técnica es una cuestión de conocimiento cartográfico capaz de saber adaptar la variable valor al tipo de problema a representar, con intervalos adecuados a las diferencias de valores, buscando también la adecuación perceptiva, campo en el que, desgraciadamente, queda mucho por investigar, sobre todo si, como suele ser usual, se asocian colores con valores para dar gamas dentro de las series cromáticas.

- En la **textura**, popularmente conocida como "tipos de trama", puede aplicarse todo lo indicado para el valor. En la mayoría de las ocasiones se utilizan indistintamente sobre todo para dar percepciones ordenadas del fenómeno representado, lo que no sucede con la forma o la orientación que únicamente pueden dar idea de diferencia.

La textura, al igual que el valor pueden tener presentaciones infinitas, pero la gama de lo perceptible y diferenciable ya es mucho más limitada. Con cierta frecuencia se presentan conjuntamente tramas variopintas que reúnen puntos, rayas, cuadrículas, ajedrezados, etc. por no citar la asociación que de ellas se hace con

diferencias de orientación que son signo inequívoco de que el que realiza la cartografía no es un profesional experto.

Todas las aplicaciones de *software* incluyen infinitas posibilidades, aunque al igual que en el caso anterior, solamente puede alcanzarse mayores eficacias, cuando se puede acceder a ellas desde programación. Una buena práctica es preseleccionar algunas series, -no demasiado amplias para que puedan ser diferenciables- que se adapten a la mayor parte de nuestras necesidades.

Al igual que en el valor, falta mucho por investigar acerca de la adecuación entre la variable visual textura y su percepción, pero las tramas van bastante bien para diferenciar ordinales dentro de una misma variable o unas variables de otras, siempre que se realice con prudencia y buscando una buena adecuación al problema.

Con cierta frecuencia se confunden valor y textura pues las texturas más fuertes acarrearán también una mayor carga perceptiva de valor. La textura puede reforzar el valor, pero tiene entre otros el inconveniente de una mayor dificultad de adaptación a espacios pequeños o bien de entrar en competencia con otras formas. Entre isolíneas, para reforzar visualmente la importancia territorial de los espacios intermedios, es aconsejable la utilización de la variable visual valor más que la textura.

El valor resulta también más elegante, pero cuando la salida gráfica debe ser a través de *plotter*, aunque se disponga de un *software* programable, si éste no dispone de herramientas excesivamente sofisticadas, debe recurrirse a la trama como salida posible de autodefinición.

- La utilización de la **forma** en cartografía es tan simple como primitiva y elemental. Está en todas las aplicaciones, y se pueden crear todas las que se desee, pero perceptualmente es una de las menos eficaces. En su utilización, el problema no es tanto de orden de *software* posible como de calidad en la presentación de resultados de conjunto que el programador debe tener en cuenta.

Un mapa de escuela o revista normalmente se irá por esta vía de representaciones de formas diferenciadas para representar donde hay o no un determinado cultivo, monumento artístico, etc. pero cuando en su diseño entran formas tan variopintas como las torres de extracción del petróleo, los matraces, las espigas, remolachas, etc. su lectura aburre porque no permite incorporar otras matizaciones de calidad, tamaño, etc. y es incluso difícil de percibir distribuciones espaciales cuando se presentan más de cuatro o cinco figuras diferentes. En esta línea se encontrarían igualmente los mapas anamórficos, tan espectaculares como carentes de validez científica.

Alcanza su mayor eficacia cuando se emplean formas geométricas perfectamente reconocibles (el círculo es la que tiene mejores propiedades), en un número muy reducido, (no más de tres), y se asocia con las variables visuales tamaño o color, aunque todo dependerá de las características del problema a representar.

- La **orientación** se incorpora también en la mayor parte de los paquetes, aún los más elementales. Puede por lo tanto aplicarse sin otras limitaciones que la escasa caracterización cartográfica que su uso acarrea, puesto que tan sólo pueden ser orientadas algunas formas, (un círculo por ejemplo, no admite este tratamiento) y con cierta frecuencia se utiliza para lo que no debiera hacerse puesto que se asocia con la trama para considerar como tramas distintas aquellas que, aún siendo iguales, buscan la diferenciación en la orientación, lo que produce un empaste visual que impide la comunicación selectiva de la variable.

Rara vez no puede sustituirse la orientación por otra variable visual, que sería lo aconsejable, pero a veces puede encontrarse su mejor aplicación ligada a ideas de flujo, procedencia, destino, etc.. aunque esto sea un problema cartográfico más que de posibilidad o imposibilidad inherente a los sistemas de *software* cartográfico.

- El **color** ha encontrado en los medios informáticos un desarrollo vertiginoso en sus posibilidades. Es obvio que cuando se habla de trazadores gráficos, el color debe estar en la tinta de la plumilla utilizada y no se permiten otras posibles modificaciones que las que se introduzcan en el tintero o en la mezcla de trazos de colores diferentes para obtener colores intermedios, lo que puede acarrear consecuencias no deseadas por sobrepaso de las plumillas sobre la misma superficie, (roturas). Las diferencias en el secado pueden dar también resultados diferentes y por otra parte el estado de las plumillas o de las tintas adquiridas en el mercado pueden deparar sorpresas.

Otros periféricos llegan ya a ofrecer salidas con más de 300 puntos de definición por pulgada, lo que en la práctica ofrece infinidad de combinaciones cromáticas, posiblemente en cantidad muy superior a la que las limitaciones del ojo humano nos permite recibir y nos dan además la posibilidad de aproximar bastante bien los colores transmitidos por pantalla, más o menos deformados por ser generados por fósforos brillantes, con la realidad de los pigmentos de tinta de la impresora, en los que además se puede actuar con saturaciones diferentes e incluso en "modo de correspondencia de imagen explorada" para su utilización con *scanner* en color.

El problema por lo tanto no está en la herramienta, sino en la capacidad del ojo humano que sólo es capaz de percibir selectivamente un número muy reducido de colores, y sobre todo en la capacidad del realizador para acertar en la selección cromática de acuerdo con las características globales del mapa a realizar.

En cualquier caso, en esta variable como en todas las demás, aunque aquí deba resaltarse especialmente la idea, debe primar la componente estética que nunca está reñida con la claridad en la transmisión salvo para los que no saben manejar adecuadamente las herramientas cartográficas. No se puede sembrar el color a semejanza de lo que realizan los niños en las escuelas .

La calidad cromática no nos la dará el *hardware* o la aplicación en cuanto tal, sino nuestra capacidad de usarla creando una paleta adecuada al problema a representar, pensando que el color se presta muy bien para representaciones de problemas en las que prime lo asociativo o lo selectivo mediante las gamas de

tonalidades, pero que en ocasiones, lejos de ayudar, encarece el producto final y genera representaciones empastadas bien lejanas de lo que legibilidad de un mapa debe mantener.

Tampoco conviene olvidar que según sean los periféricos, o su estado de mantenimiento, las salidas visuales pueden ofrecer diferencias notables en color respecto a lo que nos es dable contemplar en pantalla y que aunque puedan buscarse equivalencias visuales de colores, sus combinaciones y presencias diferentes pueden acabar generando percepciones distintas que también darán resultados diferentes en las salidas por papel.

- La variable visual **posición** puede entenderse desde múltiples aspectos, pero en último término hace referencia a la valoración que cada elemento adquiere respecto al conjunto del mapa. No se lee igual las esquinas que el centro, y tampoco se lee igual una pequeña mancha de azul sobre fondos cálidos que en un mapa dominado por la serie fría. Es por lo tanto un elemento a considerar muy seriamente en función del conjunto, lo que con cierta frecuencia obligará a un rediseño gráfico de tamaños, valores, formas o colores.

Esta variable, desde el punto de vista de su tratamiento por los *software* de diseño de mapas puede ser hasta cierto punto irrelevante si se consideran exclusivamente las posibilidades de los sistemas.

Las potencialidades residen más en el que concibe la cartografía que en los propios sistemas de *software* puesto que, aunque todos los sistemas pueden admitir diferentes valorizaciones de la posición, algunos como los SIG o las aplicaciones de cartografía temática funcionando en interactivo, pueden ayudarnos en esta valoración al ser capaces de proporcionarnos imágenes instantáneas de nuevas presentaciones variando la escala, suprimiendo o agregando niveles de información, etc.. lo que no puede conseguirse con un paquete de dibujo elemental.

El valor de la posición en el conjunto puede ser reforzado con un adecuado tratamiento de la influencia del resto del sistema sobre cada punto utilizando, entre otros, los modelos gravitatorios de potenciales, con lo que visualmente puede aparecer a la vez el valor real de cada punto resaltado por la inferencia que el resto ejerce sobre él, lo que se pone conjuntamente de manifiesto por la variable tamaño y degradación cromática o luminosa de la mancha visual generada.

Los mapas de potenciales poblacionales de España puede ser un ejemplo de este tipo de cartografía para cuya presentación final podrían servir paquetes informáticos de escasa capacidad, pero para cuya realización en el seno de una matriz de 207 por 174, hacen falta ordenadores potentes.

Deberían añadirse además las limitaciones y posibilidades ligadas al establecimiento de una buena **base cartográfica** en la que se referencien, en función del problema, los nombres, hidrografía fundamental, red de carreteras, etc.

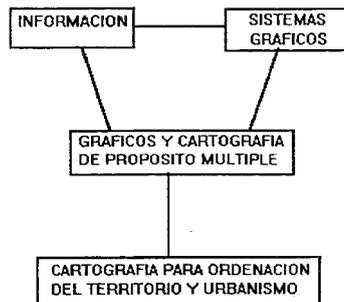
No se va a entrar en ello, pero sí constatar que en los SIG el tema se resuelve por una simple superposición de niveles. En el resto de las aplicaciones, con cierta frecuencia esto no es posible, lo que puede limitar la calidad y precisión de las presentaciones finales por falta de otro tipo de referenciaci3nes.

Sin embargo, en muchos casos, recreándose en las posibilidades del sistema, se superponen más niveles de los estrictamente necesarios para la comprensi3n del tema, lo que, lejos de mejorar la calidad de los productos finales, da lugar a un empastamiento visual en el que se pierde la cualidad esencial de los mapas que es su capacidad de simplificaci3n y síntesis arm3nica en la que también se incluye la componente territorial.

En cualquier caso, todo planteamiento de realizaci3n de cartografía, tanto para su tratamiento manual como para su implementaci3n a trav3s de sistemas gráfic3s, requiere considerar en primer lugar el tipo de informaci3n que va a ser objeto de trabajo, y que esta consideraci3n alcance igualmente a los sistemas gráfic3s con los que se piensa trabajar.

De ahí pueden derivarse los denominados gráfic3s y cartografías de prop3sito múltiple que pueden ser objeto de un tratamiento casi automatizado por el ordenador si se definen correctamente las posibles correspondencias inherentes a cada tipo de variable con su correspondencia visual como pueden ser **asociaci3n, selecci3n, orden o cantidad**, de acuerdo con lo explicitado más arriba, puesto que no pueden pedirse a la figura o a la orientaci3n que den idea de orden o cantidad ni a una siembra indiscriminada de colores que sugieran otra cosa que un pésimo sentido estético.

El paso siguiente de elaboraci3n de cartografía específica para la ordenaci3n del territorio o el urbanismo entraña algo más. Requiere la definici3n previa de unos objetivos en funci3n de los cuales las variables, por si mismas y en sus interrelaciones, adquieran nuevas valoraciones que deben ser objeto de presentaciones *ad hoc* tanto cuando se utilicen como medio de investigaci3n, cuando sean mapas o planos de presentaciones de resultados o cuando, en un paso más, sean ayudas para la toma de decisiones o la predicción, como se pone de relieve en el gráfico adjunto.



LA LOGISTICA DE LA ELABORACION DE CARTOGRAFIA TEMATICA PARA LA ORDENACION TERRITORIAL Y EL URBANISMO A TRAVÉS DE SOFTWARE DE DISEÑO GRAFICO

Como se acaba de ver, las variables visuales con las que se elabora la cartografía con utilización de *software* de diseño gráfico son, esencialmente, las mismas con las que se trabaja manualmente y por lo tanto, aunque se vaya a trabajar con SIG, deben conocerse perfectamente sus propiedades.

Cada variable tiene especificidades visuales bastante claras, pero la eficacia de cada solución cartográfica debe basarse lo primero en el conocimiento de las mismas y lo segundo, en la adecuación de estas propiedades con las de la variable real o el problema que se pretende presentar, valorandolo en función de las posibilidades de los *software* de diseño gráfico que se disponga.

La variación está en las diferentes posibilidades de trabajo que los ordenadores pueden ofrecer y que se caracteriza en un primer nivel por la mayor rapidez en la ejecución de los trabajos, en un segundo por la posibilidad de realización de cálculos complejos, captura o recuperación masiva de información, que de otra forma hubiera sido imposible realizar, y en tercer lugar, por la posible automatización de algunos procesos para generar cartografías standard que pueden cubrir multitud de campos a semejanza de lo que ya se ha popularizado en las bases de datos con sus opciones de gráficos de barras, columnas, líneas, tercera dimensión, etc.. a lo que habría que añadir, como una posibilidad intrínseca de los SIG, la capacidad de adecuación de los problemas a las características de la escala de presentación.

La única condición diferenciadora para la generación de este tipo de cartografías es la exigencia de referenciones espaciales precisas, sean tipo raster o vectoriales, en coordenadas absolutas o relativas, siempre que incluyan el soporte territorial sobre el que se superpondrán las variables visuales representativas de las reales que se desea cartografiar. A partir de este momento, la concepción de cartografías utilizando *software* en los diferentes niveles de desarrollo posibles, debe incorporar, como un instrumento más, las posibilidades ligadas a los diferentes soportes existentes, pero de ahí no se deduce que puedan prescindir de los conocimientos básicos de cartografía temática, de la componente estética o de la formación geográfica. Todo lo que sea olvidar esto constituirá una mera rutina de ordenador que ni va a influir en la proyección social de nuestros profesionales geógrafos ni aportará un ápice al progreso de nuestra sociedad.

Hasta aquí, todas las utilizaciones pueden acoger una biblioteca de posibles salidas de cartografía de propósito múltiple en las que, una vez definidos los tipos de mapa que se desea realizar, las variables visuales pueden ser retrabajadas interactivamente para dar lugar a mapas coropléticos con una componente esencialmente cualitativa, con posibles variables visuales asociadas como color, valor, textura, de entre las cuales pueden primero asignarse valores visuales por intervalos de acuerdo con los umbrales más significativos de la variable real, o bien ir a distribuciones standardizadas que garanticen siempre una distribución de los

valores dentro de unas ciertas normas; mapas puntuales de carácter cualitativo, en los que las figuras, asociadas con trama o valor, standarizados o no, pueden ser las variables visuales fundamentales, aunque también pueden dar lugar a mapas puntuales de carácter ordinal como pueden ser los valores de población de los municipios españoles por intervalos, introduciendo figuras proporcionales a las marcas de clase.

Pero más allá de estas salidas hasta cierto punto standarizadas, la cartografía para la ordenación territorial debe partir de una reflexión primera acerca de las características del problema concreto a resolver para deducir tanto la serie cartográfica que debe representarse como las variables específicas que mejor pueden contribuir a configurar visualmente el problema. Para ello puede ser de utilidad la aplicación de análisis factorial, pero no siempre es necesario y con gran frecuencia la experiencia puede llevarnos directamente a lo más representativo.

Algunas de estas presentaciones cartográficas pueden ser rutinarias y estar englobadas en las salidas normalizadas del SIG, pero en otros casos, será menester diseñar con un cuidado especial tanto las variables visuales a utilizar como las gradaciones posibles de cada una y en relación con el conjunto, pues intervalos que pueden ir muy bien para la situación aragonesa (bajas densidades, grandes vacíos, etc.) serían inaceptables en Cataluña o a la inversa. Por otra parte, la representación óptima es la que nunca existe, pues si en Aragón se intenta "disimular visualmente" el excesivo peso demográfico y económico de la capital respecto al resto del territorio, esto nos llevará hacia representaciones volumétricas o con dobles constricciones que sobredimensionarán otros aspectos, pero si no se hiciera así, sería casi imposible que estos últimos quedaran reflejados. En definitiva, en cartografía, como en tantas otras cuestiones, lo mejor es enemigo de lo bueno, pero debe elegirse y hacerlo en función de unos objetivos concretos.

La cartografía para la ordenación del territorio debe además ser un instrumento de reflexión para técnicos y políticos en ese camino conducente a la toma de decisiones de componente espacial, y para ello, la introducción de modelos con soporte espacial, especialmente los gravitatorios ponderados para cada aplicación concreta, son seguramente uno de los caminos más convincentes desde el punto de vista metodológico para poder elegir entre las diferentes posibilidades y con arreglo a unos objetivos prioritarios o ponderados, establecidos por los representantes de la colectividad.

En este camino, las presentaciones rasterizadas pueden dar, creemos, mejores ayudas que los coropléticos o isopléticos, pues permiten una mejor adaptación al territorio sin introducir los elementos de desajuste que van ligados a las definiciones vectoriales, pero para ello hace falta que el cartógrafo especialista conozca las limitaciones impuestas por la malla de definición elegida pues tanto una excesiva compartimentación, como una excesiva simplificación darán resultados alejados de la realidad del problema que se trata de definir y que se considere en cualquier caso que, por debajo de la malla raster, debe siempre traslucirse el territorio y aún los límites administrativos en cuanto tales.

No es posible introducir este tipo de planteamientos entre las presentaciones de propósito múltiple por la sencilla razón de que no se han desarrollado, y para ello será siempre preciso el control cartográfico del experto territorial que conozca además tanto los sistemas gráficos como el funcionamiento del *hardware* y *software* específico, que con gran frecuencia deberá ser creado para cada problema concreto aunque de ellos puedan extraerse conclusiones gráficas que lleven a su posterior implementación en sistemas expertos.

Aún así, la ciencia geográfica que mantiene desde siempre su histórica polémica entre las formulaciones generalistas de las que no puede prescindir si quiere mantener un carácter científico y los casos particulares en los que se hacen realidad aquellos saberes y en cuyo conocimiento y resolución se encuentra la realimentación del sistema, debiera continuar moviéndose en este campo quebradizo, pero fértil, de la investigación cartográfica aplicada a casos concretos para ligarla posteriormente a sistemas expertos y a partir de ahí seguir avanzando desde la cresta de las solicitudes sociales que no llegarán a menos que se mantenga el carácter integrador del sistema cartográfico al que venimos refiriéndonos desde la presentación de esta ponencia.

Lo que debe examinarse es la duela limitante e insistir en su desarrollo para que no sea nuestra falta de formación cartográfica y geográfica la que propicie el vertido estéril de los saberes geográficos en la medida que pueden ayudar a nuestra sociedad a avanzar y desarrollarse y a nuestras jóvenes generaciones a aportar a la sociedad su débito personal desde posiciones de competencia.