

## VISUALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y NUEVAS CARTOGRAFÍAS

JOAQUÍN BOSQUE SENDRA  
HERNÁN ZAMORA LUDOVIC

Dpto. de Geografía. Universidad de Alcalá  
Calle Colegios N° 2, 28801-Alcalá de Henares  
Madrid (España)

[Joaquín.Bosque@uah.es](mailto:Joaquín.Bosque@uah.es), [zamoral@hotmail.com](mailto:zamoral@hotmail.com)

### RESUMEN

El desarrollo de la informática (que incluye nuevos soportes, nuevos medios, etc.) ha influido de manera importante en la Cartografía, ayudando a la aparición de nuevos paradigmas de la comunicación cartográfica, en los cuales las mencionadas herramientas informáticas se incorporan al proceso de presentación de la información geográfica. La Visualización Geográfica (GVIS) es uno de estos nuevos paradigmas. En ella, el uso de las nuevas capacidades multimedia y multisensorial conduce a ampliar el papel de los mapas como herramientas para la comprensión de los fenómenos espaciales. En este artículo se realiza un balance de las publicaciones que discuten estas cuestiones y se presenta un pequeño ejemplo de algunas de las posibilidades de la Visualización Geográfica, con relación al análisis de la producción de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Alcalá de Henares.

Palabras clave: Comunicación, Información Geográfica, Multimedia, Metáforas, Guías, Visualización Geográfica, Residuos Sólidos Urbanos.

### ABSTRACT

The development of Computer Science has greatly influenced the Cartography, allowing the introduction of new paradigms of cartographic communication, in which computing tools have been added to the communication process of geographical information. The Geographical Visualization (GVIS) is one of these new paradigms. The GVIS includes the possibility of using multimedia and multisensorial tools, leading to expand the role of maps as tools for the understanding of spatial phenomena. This paper shows a discussion of these topics and an example of the possibilities of GVIS in relation with the analysis of urban waste generation in Alcalá de Henares.

Keywords: Communication, Geographical Information, Multimedia, Metaphors, Affordances, Geographical Visualization, Urban Waste.

## 1. Introducción

En la actualidad el desarrollo tecnológico y la revolución técnica asociada a éste, afecta al desarrollo de todas ciencias, entre ellas las sociales y las relacionadas con el territorio. La Cartografía es, tal vez, una de las ciencias que más se ha visto influida por esta revolución. La aparición de herramientas informáticas cada vez más potentes, la utilización de nuevos medios de comunicación, como vías para reorganizar el proceso de comunicación, todo ello aunado a la incorporación de los Ambientes Virtuales, permite vislumbrar cambios significativos en el desarrollo de los paradigmas que hasta ahora han marcado el trabajo cartográfico. En concreto, a través del desarrollo de la denominada Visualización Geográfica, como nueva vía para la comunicación de la información espacial. En el presente artículo, después de valorar y discutir parte de la numerosa literatura existente sobre el tema, y de discutir el sentido de esta técnica, se presenta un pequeño ejemplo de aplicación de los métodos de Visualización Geográfica, mediante el desarrollo de una herramienta básica, para la observación de la relación entre la producción de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y el crecimiento de la población en la ciudad de Alcalá de Henares, a partir de información facilitada por el ayuntamiento de la ciudad.

## 2. Comunicación en Cartografía

En los últimos 30 años la importancia de los mapas, como vía de comunicación de información territorial, ha sido incrementada por su uso en los medios de comunicación (Mass Media), a la vez que estos medios dependen de los avances de la tecnología (Keates, 1996), basta con ver las noticias de la televisión para darse cuenta de cómo los mapas del tiempo forman parte de la vida cotidiana.

Kolácný (Keates, 1996) fue uno de los primeros en plantear que la construcción y el uso del mapa deben tratarse como un todo, no sólo como un soporte de datos, sino también como un medio de comunicación de información territorial. Partiendo de esta premisa, podemos decir que la Cartografía, como ciencia, basa su objeto de estudio en la descripción y representación de los fenómenos espaciales, a partir de modelos (representaciones simplificadas de los hechos estudiados) que permitan una mejor comprensión de estos; es decir, a partir de la construcción de una serie de elementos espaciales, se modela la realidad, a fin de lograr una representación simbólica de la misma.

El proceso de modelado se basa en la construcción de un sistema de símbolos y signos que permitan traducir gráficamente los fenómenos geográficos. Estos símbolos deben poseer la capacidad de ser equivalentes a la realidad, entendiéndose que esta es mucho más compleja; por ello se hace necesaria una gran capacidad de abstracción a fin de lograr, mediante un símbolo único, representar las mismas regularidades y las mismas recurrencias que sustentan a los fenómenos geográficos (Benoit *et. al.*, 1993).

El proceso de modelado también es una vía de comprender el proceso de comunicación cartográfica. Éste queda resumido en la [figura 1](#), donde se establece que el espacio geográfico, desde toda su multidimensionalidad, debe ser modelado a partir del análisis y la interpretación de

los fenómenos que en él tienen lugar. El resultado de su representación y modelado es la codificación, mediante el uso de un sistema de símbolos y signos. El producto de este proceso de codificación, cuyo fin es transmitir la información espacial, depende, entre otras cosas, de la comprensión que el cartógrafo tenga de los fenómenos espaciales, el objetivo de todo ello es lograr que el usuario pueda analizar y comprender la dinámica de los fenómenos geográficos, y por tanto decodificarla a partir de su propia experiencia.

Otro modelo importante para la comprensión del proceso de comunicación cartográfica es el presentado en la [figura 2](#) a partir de Peterson (1995).

En este caso, el énfasis se centra en las nuevas posibilidades de navegación y de acceso a los datos, conseguidos mediante el uso de la Informática, que facilita interactuar con el mapa. Se logra así una mayor eficiencia en la comunicación del mensaje cartográfico porque el usuario tiene la posibilidad de establecer su propia lógica para el uso y análisis de la información (en función de las posibilidades del mapa), que le facilite comprender el fenómeno representado por el cartógrafo. Así mismo, las nuevas tecnologías permiten al usuario la posibilidad de interactuar de manera más directa con el cartógrafo, lo cual hace posible mejorar el proceso de comunicación cartográfica, al existir un nexo entre el comunicador (el cartógrafo) y el receptor (el usuario).

Dentro de este contexto, la Visualización Geográfica o Geovisualización (GVis) tiene una singular importancia, ya que permite combinar el proceso de comunicación de la información espacial con las posibilidades de nuevos medios informáticos (multimedia, Internet), a fin de lograr que este proceso sea cada vez más eficiente. De este modo, la definición de cartografía ha ido evolucionando desde "Ciencia que, a través de una serie de técnicas y procesos, sirve para la confección y realización de mapas" (Gran Diccionario Enciclopédico Lexicultural, 1998); a lo que Taylor (1991) define como "la organización, presentación, comunicación y utilización de geoinformación de forma gráfica, digital o táctil... La Cartografía puede incluir diversas maneras de preparar la información, a fin de crear mapas y productos que expresen las relaciones espaciales". Esta última definición es tal vez la que más se ajusta a la necesidad de crear mapas como un todo, a fin de poder lograr que la comunicación de la información sea más eficiente y donde su futuro uso es un elemento clave para su confección. Esta nueva definición de la Cartografía nos conduce a considerar que se han empezado a desarrollar nuevas formas de comunicación cartográfica.

### **3. Ideas básicas para la nueva comunicación cartográfica**

Como ya hemos indicado la Cartografía es una forma de transmisión de la información espacial; una de las características más importantes del hecho comunicacional es la búsqueda de formas que permitan ampliar y hacer más eficiente este proceso. Para ello la Cartografía requiere de una serie de elementos que le permitan establecer la comunicación en sí, es decir, el proceso de externalización o transferencia de la información espacial. Dicho de otra manera, se trata de mostrar aspectos de la realidad, del estado de la situación de un espacio o un lugar en particular (Ferland, 1997).

El desarrollo tecnológico ha permitido que los recursos del cartógrafo se vean incrementados por la incorporación de elementos como son, la animación gráfica, el sonido, el vídeo, y de herramientas de diseño y visualización.

A partir de este planteamiento, podemos definir el método cartográfico como: "la manera de representar los fenómenos espaciales con el fin de que su estructura espacial y su dinámica puedan ser visualizadas y comprendidas". (Kraak and Omerling, 1996). Por otra parte, Dibiasse (1990) ([figura 3](#)) estableció un esquema donde se muestra el proceso de percepción, análisis y comunicación de la información visual, denominando *esfera privada* al lugar donde se produce todo el proceso de análisis, desarrollo, procesamiento y codificación de la información por parte de los cartógrafos, haciendo uso para ello de herramientas (mapas, datos, imágenes, estadísticas, etc.), que permiten la percepción visual de los fenómenos espaciales. De igual manera, definió la *esfera pública* como el lugar donde se realiza la comunicación visual y divulgación del resultado de la investigación realizada en la esfera privada. Es en esta esfera donde la Cartografía juega un papel importante como medio de comunicación, ya que, al permitir la síntesis de la información espacial, obliga a que su representación, o lo que es lo mismo su externalización, sea más eficiente.

En otras palabras, la Cartografía, como herramienta para la comunicación, debe permitir la comprensión del espacio y de las relaciones dinámicas y procesos que se desarrollan en él. La [figura 4](#) MacEachren (1994) expresa, mediante un cubo, cómo la Cartografía permite, por un lado, la investigación, análisis e interpretación de la realidad geográfica, actuando, por otra parte, como medio para divulgar o comunicar los resultados de este proceso de investigación y cambiando su nivel de especialización a medida que cambia su finalidad. Esto le confiere una especie de carácter dialéctico al ser fin y medio simultáneamente.

Al observar la [figura 4](#) podemos entender que en la esfera privada la visualización de la información adquiere, para usuarios especializados, un carácter significativo como herramienta para el estudio geográfico, siendo a su vez una importante vía para la comunicación y divulgación de los resultados de estos estudios en la esfera pública. A manera de ejemplo vemos que en el punto **A** se podrían situar, en un estudio meteorológico, los mapas de isoyetas, isobaras, hidroisoipsas, isotermas, resultados estadísticos, imágenes de satélite, etc.; los cuales obligarían al usuario a una alta interacción con la información, así como usuarios especializados y preparados para poder realizar las estimaciones del comportamiento del tiempo y del clima. El punto **B** indicaría un nivel de análisis menos complejo, donde solo se tendrían los mapas sinópticos finales, acompañados de otros elementos, que serían necesarios en la confección del mapa del tiempo que se presenta por televisión. Finalmente el punto **C** sería ese mapa del tiempo que a diario vemos en las noticias de la televisión, y que no tiene más objetivo que comunicar el tiempo en un lugar en particular, sin mayor complejidad en la información.

En resumen, podemos decir que los mapas son medios preponderantes para el almacenamiento y comunicación de información sobre la localización y caracterización del mundo natural, de la sociedad y la cultura. A través de los mapas podemos reconocer la distribución espacial y las relaciones espaciales, ya que hacen posible que podamos *visualizar* y por ende *conceptualizar* los modelos y procesos que operan en el espacio.

De este modo, es posible considerar que la Cartografía, en la actualidad, se encuentra vinculada a la Visualización científica, que se define como *el uso de complejas tecnologías informáticas para crear imágenes visuales, a fin de facilitar la comprensión y resolución de problemas* (Kraak y Omerling, 1996). Esto abre nuevas vías para potenciar el análisis de los fenómenos geográficos ([figura 5](#)) creando un nuevo universo de posibilidades a los mapas, ya que al actuar los mapas casi como "telescopios" o "microscopios" para profundizar en algunos aspectos de la realidad (Rod, 1997), podemos conocer aspectos más complejos y detallados de la misma.

El uso de estas nuevas herramientas tecnológicas, cada vez más diversas y potentes, permite profundizar en la comprensión de los fenómenos espaciales, dado que la percepción visual, como medio tradicional para la comunicación de información, se ve ampliada con la "percepción multisensorial"; ya que la Visualización científica incorpora elementos como el audio, vídeo y la realidad virtual en el proceso de exploración y análisis de la información espacial, redimensionando las posibilidades comunicacionales de los mapas.

#### **4. Tendencias actuales en la Cartografía.**

El desarrollo tecnológico ha repercutido en la Cartografía desde diferentes perspectivas (Dorling y Fairbairn, 1997), ya que estos cambios van desde el proceso de elaboración de los mapas hasta cambios en las perspectivas de la función cartográfica.

Una de las facetas que más ha sentido la influencia de estos cambios es la producción cartográfica, ya que el uso de nuevas tecnologías ha reducido los tiempos y por ende los costos de producción, con respecto a la producción manual. Los programas de diseño gráfico han duplicado e incrementado las posibilidades del diseño tradicional (Wood y Keller, 1996), permitiendo la fusión entre la Cartografía, la fotografía y la pintura (Steffoff, 1995). La posibilidad de almacenar grandes cantidades de información y el rápido acceso a ésta, permitiendo el uso de diversos parámetros de manera conjunta o separada, ha dado origen a la Cartografía Analítica (Wood y Keller, 1996). La posibilidad de la interacción con la información espacial a través de diferentes sentidos, mediante el uso de sistemas multimedia, ha permitido que la Cartografía utilice nuevos paradigmas en su diseño así como la creación de nuevas variables para la mejor comprensión del espacio geográfico.

El uso de las posibilidades que brinda el desarrollo de hardware cada vez más eficiente, orientado a la computación gráfica y aunado a la información obtenida por los sensores remotos, facilita desarrollar métodos capaces de reconstruir paisajes y modelar ambientes mediante la estimulación de los sentidos (visión, equilibrio, audición, tacto, olfato) es decir, permite crear la denominada realidad virtual (Dorling y Fairbairn, 1997).

Por otra parte, el desarrollo alcanzado por las telecomunicaciones permite la elaboración de mapas de manera virtual teniendo acceso a la información de manera remota mediante el uso de Internet e incluso realizarlos como producto de la investigación en colaboración y establecer canales más directos con los usuarios.

Las nuevas tendencias se pueden expresar mediante los siguientes conceptos:

- *Mapas en Internet, WEBMapping*
- *Cartografía Multimedia e Hipermedia*
- *Ambientes Virtuales y Realidad Aumentada,*

planteamientos que son utilizados en la Visualización Geográfica, como nuevas vías para comunicar información espacial.

#### 4.1. Cartografía Asistida por Ordenador

Tradicionalmente los mapas son considerados representantes pasivos del espacio geográfico (Fuhrman y Kuhn, 1998); en la actualidad el diseño cartográfico investiga nuevas fronteras, ya que el desarrollo alcanzado por la informática ha dado un nuevo impulso a la cartografía al potenciar y ampliar las capacidades comunicacionales de ésta, y ha permitido buscar nuevas vías para la visualización y análisis de la información espacial (Kraak y Omerling, 1996). Ejemplos interesantes serían, entre otros:

- Descarte, (<http://borneo.gmd.de/and/and.html> y <http://borneo.gmd.de/and/java/iris/>),
- InteractiveParking (<http://www.gouldcenter.psu.edu/parking/flash/index.html>),
- Guía Turística de Alcalá de Henares (<http://www.geogra.alcala.es/Ayto/>).

La Cartografía Asistida por Ordenador tiene como uno de sus objetivos la creación de interfaces gráficas que permitan lograr una altísima interactividad desde diferentes dimensiones (Ej. 3D, temporal, etc.) (Fuhrmann y Kuhn, 1998). Esta interacción es posible a través del uso de los elementos del mapa desarrollados en las interfaces, que permitan, en primer lugar, crear asociaciones entre los diferentes componentes de un mapa y, en segundo lugar, que faciliten interactuar con la información a fin de realizar el análisis de la misma (Peterson, 1995).

La Cartografía moderna se entiende, por lo tanto, como un complejo proceso de organización, acceso, representación y manejo de información geoespacial mediante el uso de mapas; concebidos estos no sólo como una representación gráfica del espacio geográfico, sino también como un portal dinámico para interconectar y distribuir información geoespacial (MacEachren and Kraak, 2000). Por ello, es posible establecer una clara diferencia entre los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Cartografía Asistida por Ordenador (CAM, por sus siglas en inglés) dado que (hasta la introducción de estas nuevas formas para comunicar la información espacial), la CAM podía verse como un simple proceso de confección de mapas, después de ser procesada la información mediante los SIG. Por lo tanto, sólo cambiaba el soporte de la información espacial, del papel a la pantalla del ordenador, pero sus posibilidades comunicacionales seguían siendo las mismas, ya que el acceso a bases de datos y el proceso de exploración quedaba restringido al campo de los SIG. En la actualidad, la CAM ha adquirido nuevas características, expresadas a través de la Visualización Geográfica, que le confieren una identidad propia y más avanzada.

## 5. Visualización Geográfica

La Visualización científica ([http://www.evl.uic.edu/paper/template\\_pap.php3?cat=7](http://www.evl.uic.edu/paper/template_pap.php3?cat=7) y [http://www.evl.uic.edu/research/template\\_res.php3?cat=7](http://www.evl.uic.edu/research/template_res.php3?cat=7)) es un campo de la Computación Gráfica dedicado a la exploración del potencial analítico y comunicacional existente en la interpretación visual. Se parte de la suposición fundamental de que este proceso visual induce a apreciaciones intuitivas de las características más destacadas de la información. Al ser vinculada a la Cartografía permite resaltar y, por ende, interpretar y analizar los aspectos más significativos de la información espacial (Taylor, 1991).

La Visualización científica es una herramienta compleja que demanda arte, imaginación e intuición en sus aplicaciones; tiene una importante base teórica, en la que se relacionan el proceso cognoscitivo (mediante la investigación y análisis de la información y de sus aplicaciones), la comunicación (mediante el uso de nuevas técnicas de comunicación) y la formalización a través del uso de las tecnologías informáticas existentes. (Taylor, 94) (MacEachren y Kraak, 97) ([figura 6](#)).

Por otra parte, desde la perspectiva de la interacción hombre – ordenador, la Visualización Geográfica puede ser concebida como uno de los miembros de la larga familia de métodos, donde la interacción es restringida por el dominio visual y, específicamente, por las imágenes y realidades virtuales del entorno, basadas en datos geográficos. Siendo, para el hombre, la visión el sentido dominante, la convierte en un fuerte candidato para basar en ella la interacción con los ordenadores. (Gahegan, 2000).

La Visualización Geográfica como elemento asociado a los SIG, por tanto como interface entre la informática, el conocimiento geográfico y el diseño gráfico, se define como el proceso de representación de información sinóptica, con el propósito de reconocer, comunicar e interpretar patrones y estructuras espaciales. Su dominio de estudio abarca los aspectos informáticos, cognoscitivos y mecánicos de generar, organizar, manipular y comprender a través de la representación visual. Representación que puede ser simbólica, gráfica o iconográfica, siendo la mejor manera de diferenciación de las formas, sobre todo con relación a otras maneras de expresión (textual, verbal o fórmulas). Esto es posible en virtud de su formato sinóptico y de las cualidades tradicionalmente descritas en términos de "Gestalt" (Buttenfield and Mackaness, 1991).

En resumen, podemos decir que la Visualización Geográfica (GVis, por sus siglas en inglés) se puede definir como uno de los vínculos que el desarrollo tecnológico ha generado entre la exploración y procesamiento de datos espaciales, a través de los SIG, las tecnologías de información visual, desarrolladas en la Visualización Científica (ViSC, por sus siglas en inglés) y la Cartografía. La GVis se ha convertido en un área de investigación y, a su vez, en un grupo de herramientas que permite cambiar y ampliar las posibilidades de investigar, conceptualizar y explorar información georreferenciada, a fin de ayudar a la toma de decisiones y a la comprensión del mundo, ya que la GVis facilita la explicación, análisis, síntesis y representación de la información geoespacial (MacEachren, 1998, MacEachren, 1998b).

En todo caso la GVis permite sintetizar la Cartografía tradicional y los métodos de expresión, utilizados por ésta, con la Cartografía automatizada. Por lo tanto, con la incorporación de herramientas multimedia y los SIG, como medio para el análisis de datos espaciales, es posible

redimensionar la concepción de la Cartografía. De esta manera, la GVis se conceptualiza también, como ciencia que ayuda a "construir el conocimiento geográfico" y como medio de comunicación de la información geográfica.

La finalidad de la Visualización Geográfica es ampliar y desarrollar al máximo las posibilidades de la representación de los fenómenos espaciales a través del uso de herramientas informáticas, como vía para ayudar en el proceso de toma de decisiones (MacEacheran, Edsall, *et. al.* 1999); parte de este objetivo pasa, no solo, por el uso de las posibilidades multimedia y la animación computarizada, sino que, además, utiliza como elemento importante en su desarrollo la realidad virtual y los Ambientes Virtuales.

La Visualización Geográfica abarca varios aspectos del proceso de exploración y comprensión de los fenómenos geográficos (MacEachren 1998):

- *La representación*, se orienta al estudio de los medios de visualización en si mismos y mediante la incorporación de mapas dinámicos y mapas interactivos y de los Ambientes Virtuales Geoespaciales y utilizando las variables visuales dinámicas y de animación.
- *Diseño de interfaces*: En este contexto la interface puede ser considerada como un sistema para el procesamiento de información geoespacial, la cual actúa como un traductor bidireccional de lenguajes que puedan ser entendidos por el usuario y el sistema informático. (Howard and MacEachren, 1996). El desarrollo de interfaces gráficas para usuarios (GUI) parte de la utilización de las denominadas **Metáforas** (Lorés y Gimeno, 2001), como concepto que actúa como enlace entre el usuario y la interface, ya que el uso de metáforas permite la simulación de algunos espacios y hechos conocidos a fin de conseguir, a través de ellos, maneras más eficientes y efectivas de acceder y comprender la información espacial. Igualmente se usan las "**Guías**" (**affordance**<sup>1</sup>) (Fuhrmann S y .Kuhn W, 1998b), herramientas que facilitan conocer los fenómenos expresados en los mapas y que pueden ser de dos tipos: 1º primario o de control de la interface (orientación, navegación identificación de objetos) y 2º secundarias o de animación (Zoom y re-escalado, Pan o arrastre, desplazamiento en el tiempo, en el espacio, comentarios y ayudas).
- *Acceso y exploración de bases de datos*: la GVis se ha integrado con tecnologías para el almacenamiento, acceso y análisis de la información georreferenciada (MacEachren, 1998b), capacidades tradicionalmente desarrolladas por los SIG.
- *Desarrollo de herramientas para la Visualización*: este es uno de los objetivos más claros de la aplicabilidad de la GVis, ya que mediante el análisis e integración de todos sus aspectos, es posible desarrollar herramientas que permitan ampliar las posibilidades de análisis y comprensión de los fenómenos espaciales.

En resumen, las formas de expresión gráfica y cartográfica de la información territorial están cambiando rápidamente y ampliándose con nuevas posibilidades, no obstante quedan muchos elementos por explorar y mejorar antes de que se puedan popularizar y difundir masivamente.

Como muestra práctica de algunas de las posibilidades que estas nuevas formas de representación ofrecen se ha construido una pequeña aplicación informática que presenta un caso concreto (se puede visualizar en la dirección WEB: <http://www.geogra.uah.es/>, apartado "proyectos": "Visualización Geográfica..."). En el siguiente apartado se explica su elaboración llevada a cabo utilizando algunas de las ideas planteadas en los apartados anteriores.

## **6. Visualización Geográfica de la relación entre crecimiento de la población y producción de residuos sólidos (RSU) en Alcalá de Henares.**

Como se ha comentado se trata de un intento, por otra parte bastante simple, de mostrar algunas de las posibilidades antes planteadas. El ejemplo que sigue, tiene como base el trabajo de investigación "Aplicación de los SIGs en la Evaluación y Propuestas de Mejora de los servicios de Recogida y Limpieza Viaria en Alcalá de Henares" (Rodríguez, 2001). Se intenta, por lo tanto, conjugar el uso de los SIG y la Visualización Geográfica.

El estudio parte del uso del padrón de población realizado en el año 1996 y de las proyecciones demográficas que realizó la Comunidad Autónoma de Madrid para los municipios madrileños, entre ellos Alcalá de Henares. Para la estimación de los RSU se tomó como tasa de producción, presente y futura, la facilitada por el ayuntamiento de la ciudad.

Los elementos considerados para establecer la variable *tiempo* son las diferentes etapas de crecimiento que, se estima, tendrá la ciudad.

### 6.1. La Representación

Para realizar la representación del fenómeno de la producción de RSU, en función del crecimiento de la población, se elaboró, mediante el uso de Macromedia Director 8, un mapa dinámico espacio – temporal de la ciudad de Alcalá de Henares, el cual permite interactuar al usuario realizando operaciones de Zoom, arrastre (Pan) y desplazamiento sobre el mapa; así mismo muestra, mediante animación bidimensional, la dinámica temporal, presentada por etapas, del crecimiento de la población.

#### 6.1.1. Variables de Animación

En la elaboración del mapa dinámico de la producción de RSU en función del crecimiento de la población en la ciudad de Alcalá de Henares se utilizaron las siguientes variables de animación:

- *Tamaño*, con ella se pueden observar cambios en los atributos temáticos de la ciudad como: 1º la vialidad, la cual se muestra en el mapa a 1:20000 (sin los nombres de las calles), ya que las fuentes utilizadas para la realización de este ejemplo no las poseían, y 2º la localización de las parcelas habitadas o habitables, ya que es posible identificar a las

mismas con mayor precisión. Además es posible, mediante la navegación en el mapa guía, desplazarse por el mapa a escala 1:20000 sin perder la visión de conjunto de la ciudad, la cual viene dada por el mapa dibujado a escala 1: 160000 aproximadamente.

- *Cobertura o Capas*, se utilizó esta variable a fin de mostrar la evolución del fenómeno, creándose cuatro capas con cada una las diferentes etapas del crecimiento de la población en Alcalá de Henares y expresándose este crecimiento mediante el uso de símbolos proporcionales de carácter puntual. De igual manera se crearon cuatro capas donde se muestra, mediante un gráfico bivariado de líneas, la relación entre este crecimiento de la población y la producción de RSU.
- *Posición o Localización*, esta variable de animación es utilizada cuando se muestran las diferentes áreas de crecimiento de la población en Alcalá de Henares, en función de las diferentes etapas; así pues, se observa cómo la ciudad crece fundamentalmente hacia la zona norte y noreste.
- *Distancia*, esta variable se observa cuando se realiza el cambio de escala en el mapa, mediante el uso del Zoom, el cual nos lleva de un mapa inicialmente a escala 1:45000 a un mapa de la ciudad a 1:20000. Es decir que nos acerca a la ciudad al cambiar de escala, dándonos un mayor nivel de información.

#### 6.1.2. Variables Dinámicas

Partiendo del mapa de producción de RSU en la ciudad de Alcalá de Henares, el cual muestra la evolución y dinámica de este fenómeno, se han utilizado diversas variables visuales dinámicas como vía para expresar el comportamiento de este fenómeno.

En concreto, las variables visuales dinámicas utilizadas en este ejemplo son:

- *Tiempo de Despliegue o Momento*, esta variable es visible cuando se presenta el cambio en el crecimiento de la población en cada etapa, así como el aumento en la producción de RSU para cada uno de estos momentos temporales.
- *Orden*, se observa esta variable cuando aparecen de manera secuencial, en función del orden cronológico establecido, las diferentes etapas de crecimiento de la población en Alcalá de Henares.
- *Tasa de Cambio*, esta variable dinámica se aprecia cuando, en cada estadio de crecimiento de la población, se observan diferentes tamaños en el símbolo puntual que indica el número de habitantes, y la variación de la población en cada etapa y para cada sector de la ciudad.
- *Sincronización*, la variable viene dada al relacionar el crecimiento de la población con la producción de RSU para cada instante de tiempo, ya que estas variables se encuentran estrechamente interrelacionadas.

## 6.2. Diseño de la Interfaz

En función de los elementos que definen la Visualización Geográfica como medio para el análisis de los fenómenos espaciales, se ha construido una interface gráfica que facilite la comprensión del fenómeno de la producción de RSU en la ciudad de Alcalá de Henares, en función del crecimiento de la población y que permita identificar las áreas de futuro crecimiento urbano y donde se generará mayor cantidad de residuos sólidos urbanos.

Para la construcción de esta interface se tomaron en cuenta los conceptos ya citados de metáforas y guías; con la finalidad de establecer cual debería ser la opción comunicacional, a partir de la GVis, para mostrar el fenómeno estudiado. Partiendo de estos principios se decidió utilizar la metáfora definida como el "Cuentacuentos" (storyteller) (Cartwright, 1998); esta metáfora se eligió debido a que: 1º el fenómeno estudiado plantea un análisis secuencial del crecimiento de la población así como de la producción de RSU; y 2º el nivel de interacción es bajo ya que se ha tratado de mostrar la evolución del fenómeno a partir de información ya procesada, es decir, se va guiando al usuario a través del estudio, se le va "contado" como es el comportamiento del fenómeno. Por otra parte esta metáfora permite la mayor comprensión del fenómeno mediante el uso de la animación y de las imágenes, donde se muestra la tipología constructiva de las diferentes zonas de crecimiento de la población, lo cual permite inferir, inicialmente, qué tipos de residuos sólidos urbanos deben ser predominantes, en función del nivel socioeconómico de la población que habita o habitará en las nuevas áreas de crecimiento; lo cual puede ayudar a la estimación de cuáles deben ser los tipos de contenedores que se necesiten, en función de la clasificación de los RSU.

Otro elemento que se muestra mediante esta metáfora es el uso de sonidos, los cuales sirven para reforzar la idea de aumento de población y de producción de RSU. Esta metáfora es además interactiva ya que permite al usuario observar reiteradamente, si así lo desea, las diferentes etapas del crecimiento de la población en relación con la producción de RSU, de igual manera permite el cambio de escala lo cual facilita la observación de los diferentes valores de población, asociados a la leyenda del mapa.

Las Guías que se utilizaron en esta interface fueron principalmente de tipo secundario,

- *Zoom (acercamiento alejamiento) y re-escalado*, las cuales se aprecian al realizar el acercamiento o el alejamiento o el cambio de escala mediante el uso de la lupa.
- *La visión panorámica y el arrastre o desplazamiento en bloque (Pan)* se utiliza mediante el mapa guía.
- *Desplazamiento a través del tiempo*, mediante la activación de las etapas de crecimiento de la población de la ciudad de Alcalá de Henares.

Aunque muy esquemática esta pequeña aplicación nos muestra bastantes de las características de los nuevos procedimientos de representación cartográfica que, poco a poco, se van a generalizar en la actividad científica y en la vida cotidiana.

## 7. Conclusiones

La evolución de la Cartografía como ciencia está cada día más estrechamente ligada al desarrollo tecnológico, en función de las posibilidades que da éste al proceso de comunicación gráfica. La aparición de la Geomática y la Geocomputación han permitido el desarrollo de nuevos sistemas orientados a la captura, almacenamiento, procesamiento, visualización y comunicación de la información espacial, cada vez más eficientes y en constante evolución; los cuales buscan desarrollar nuevas y mejores formas de interacción entre el hombre y la información espacial a fin de facilitar y mejorar la comprensión del medio.

El uso de las herramientas multimedia da un nuevo impulso a la comunicación de la información espacial, al permitir contar con diferentes medios de percepción de la información espacial como son el sonido, la animación, los mapas interactivos, utilizados de manera integrada en el proceso comunicacional, favoreciendo así el análisis de los fenómenos y procesos que se desarrollan en el espacio geográfico, logrando así una mejor comprensión multisensorial y multidimensional del medio.

La Visualización Geográfica y los Ambientes Virtuales, se perfilan como los nuevos paradigmas en el proceso de visualización y comunicación de información espacial y por ende del proceso de producción cartográfico, ya que redimensionan las formas tradicionales de ver y comunicar la información espacial, al incorporar nuevos elementos que permiten una mayor comprensión del espacio, al dar una visión integral y por ende sistémica del mismo, lo que debe significar una ayuda importante a los diversos usuarios en el proceso de toma de decisiones. No obstante se hace necesario, entre otras cosas, seguir estudiando el desarrollo de las interfaces gráficas de usuarios a fin de lograr establecer propuestas metodológicas que permitan elaborar metáforas, para la comunicación de información espacial, cada vez más eficientes.

## Referencias bibliográficas

- Benoit Sylvain, *et. al.* (1993): "La composition des chorèmes dans la modélisation graphique appliquée à La Bourgogne", *Mappe Monde*, 2, 1993, pp 37-41.
- Buttenfield, B y Mackaness, W. A. (1991): "Visualization" en Maguire, D. y Goodchild, M. (Ed): *Information Systems. Vol. 1 Principles*. New York, Wiley and Sons, pp.427-444.
- Cartwright, W. (1998): "Can the map metaphor be extended using WEB delivered multimedia? Research questions for multimedia". *Paper presented at the International Association Commission on Visualization Meeting*. Warsaw, Poland, May, 1998.  
[http://www.ls.rmit.edu.au/landinfo/staff/wec/icawg/comp\\_geo/comp\\_geo.html](http://www.ls.rmit.edu.au/landinfo/staff/wec/icawg/comp_geo/comp_geo.html)
- Cheyland, *et. al.* (1990): "Les chorèmes: un outil pour l'étude de l'activité agricole dans l'espace rural?". *Mappe Monde*, 90, 4, pp. 2-4.
- Dibiase, D. (1990): "Visualization in the Earth sciences". *Earth and Mineral Sciences*, 59, 2, pp.427-444.  
<http://www.geovista.psu.edu/publications/others/dibiase90/swoopy.html>
- Dorling, D. y Fairbairn, D.(1997): *Mapping ways of representing the World*. London, Addison Wesley Logman.

Ferland, Y. (1997): "Les défis théoriques posés à la Cartographie mènent à la cognition". *Colloque "30 ans de sémiologie graphique"*.

<http://www.cybergegeo.presse.fr/semiogra/ferland/ferlandc.htm>

Footo, K. y Crum, S. (1995): "Cartographic communication".

<http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/cartocom/cartocom.html>

Fuhrmann, S. y Kuhn, W. (1998): "The design of everyday maps". *Draft version 1.0 incomplete*.

[http://stimpj.uni-muenster.de/publ/ica\\_polen/design1.htm](http://stimpj.uni-muenster.de/publ/ica_polen/design1.htm)

Fuhrmann, S. y Kuhn, W. (1998b): "The design of everyday maps". *Draft version 2.0*.

[http://ifgi.uni-muenster.de/%7Efuhrman/publ/ica\\_polen/design1.htm](http://ifgi.uni-muenster.de/%7Efuhrman/publ/ica_polen/design1.htm)

Gahegan, M. (2000): "Visualization as a tool for geocomputation", en Openshaw, S. y Abraham, R. (Ed): *Geocomputation*. London, Taylor and Francis, pp 253-274.

Gran diccionario enciclopédico lexicultural (1998): Barcelona, Plaza y Janés, 4ª Edición, tomo 3.

Howard, D. y MacEachren, A. (1996): "Interface design for geographic visualization: Tool for representing reliability". <http://www.geovista.psu.edu/publications/others/howard/howmac96.html>

Keates, J. S. (1996): *Understanding maps*. 2<sup>nd</sup> Edition. London, Addison Wesley Longman.

Kraak, M. J y Ormeling, F. J. (1996): *Cartography visualization of spatial data*. London, Addison Wesley Logman.

Kraak, M. J. y Driel van R. (1997): "Principles of hypermaps", *Computer and Geosciences*, 23, 4.

<http://www.elsevier.nl/homepage/misc/cageo/hypermap/paper/hypermap.htm>

Lorés, J. y Gimeno, J. (2001): "Metáforas, estilos y paradigmas".

<http://griho.udl.es/ipo/doc/04Metafo.doc>

MacEachren, A. (1998): "Cartography, GIS, and the World Wide Web".

<http://www.geovista.psu.edu/publications/misc/PROG97.pdf>

MacEachren, A. (1998b): "Visualization – Cartography for the 21st century".

<http://www.geovista.psu.edu/sites/icavis/draftAgenda.html>

MacEachren, A. (1994): "Visualization in modern Cartography: setting the agenda", en MacEachren, A. y Taylor, D. R. Fraser (Ed.): *Visualization in modern Cartography*. Oxford, Pergamon, pp 1- 12.

MacEachren, A., Boscoe, F., Haug, D., Pickle, L. (1999): "Geographic visualization: designing manipulable maps for exploring temporally varying georeferenced statistics".

<http://www.geog.psu.edu/MacEachren/hvisbcd.pdf>

MacEachren, A., Edsall, R., Haug, D., Baxter, R., Otto, G., Masters, R., Fuhrmann, S., Qian, L. (1999): "Virtual environments for geographic visualization potential and challenges".

<http://www.geovista.psu.edu/storage/alan/work/ammNPIVMweb2.htm> \*\*

MacEachren, A., Kraak, M. (2000): "Research challenges in geovisualization. Draft", Nov. 20, 2000; forthcoming in *Cartography and Geographic Information Sciences*, 28, 1, 2001.

[www.geovista.psu.edu/icavis/pdf/visagenda.pdf](http://www.geovista.psu.edu/icavis/pdf/visagenda.pdf).

MacEachren, A., Kraak, M. (1997): "Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda", *Computer & Geosciences*, 23, 4, pp. 335-343.

Peterson, M. (1995): *Interactive and animated cartography*. New Jersey, Prentice Hall.

Rod Jan, K. (1997): "The third choice". *Colloque "30 Ans de Semiologie Graphique"*.

<http://www.cybergegeo.presee.fr/semiogra/rod/rod.htm>

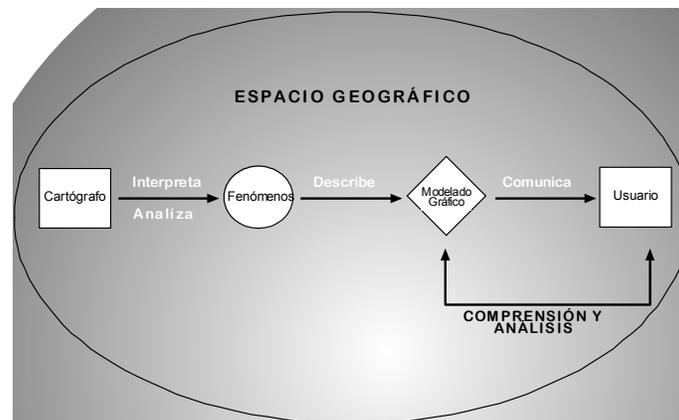
Rodriguez, V. (2001): *Aplicación de los SIGs en la evaluación y propuestas de mejora de los servicios de recogida y limpieza viaria en Alcalá de Henares*. Trabajo de Investigación Tutelado. Alcalá de Henares, Dpto. de Geografía, Universidad de Alcalá.

Steffoff, R. (1995): *Maps and mapmaking*. London, The British Library.

Bosque Sendra, J. y Zamora Ludovic, H. (2002): "Visualización Geográfica y nuevas Cartografías", *GeoFocus (Artículos)*, n° 2, p. 61-77. ISSN: 1578-5157

Taylor, D. R. (1994): "Perspective on visualization and modern Cartography", en MacEachren, A. y Taylor, D. R. (Ed.): *Visualization in modern Cartography*. Oxford, Pergamon, pp 333-341.  
Taylor, D. R. Fraser (1991): "Geographic information systems: the microcomputer and modern cartography", en Taylor, D. R. Fraser (Ed.) *Geographic information systems: The microcomputer and modern Cartography*. Oxford. Pergamon, pp. 1-20.  
Wood, C. y Keller, C.(1996): "Design: its place in Cartography", en Wood, C. y Keller, C. (Ed.): *Cartographic design: theoretical and practical perspectives*. Chichester,. John Wiley & sons, pp 1-11.

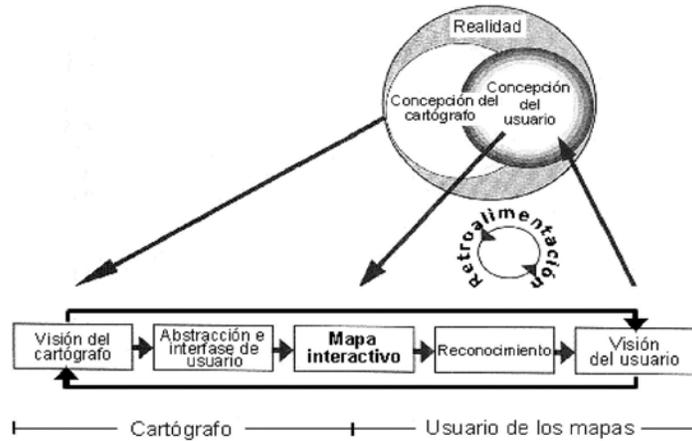
## FIGURAS



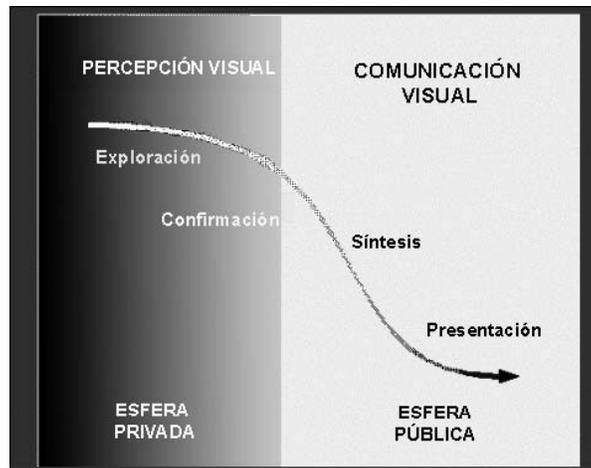
**Figura 1. Modelo de comunicación de la información espacial.**

Fte. Basado en Cheylan, *et. al.*, 1990

Bosque Sendra, J. y Zamora Ludovic, H. (2002): "Visualización Geográfica y nuevas Cartografías", *GeoFocus (Artículos)*, n° 2, p. 61-77. ISSN: 1578-5157



**Figura 2. Modelo de comunicación de la información cartográfica donde se incorpora la interacción dinámica entre el usuario y el mapa y entre las visiones del cartógrafo y del usuario final.** Fte. A partir de Peterson, 1995.



**Figura 3. Esquema del proceso de percepción, análisis y comunicación de la información visual.** Fte. Dibiase, 1990.

Bosque Sendra, J. y Zamora Ludovic, H. (2002): "Visualización Geográfica y nuevas Cartografías", *GeoFocus (Artículos)*, n° 2, p. 61-77. ISSN: 1578-5157

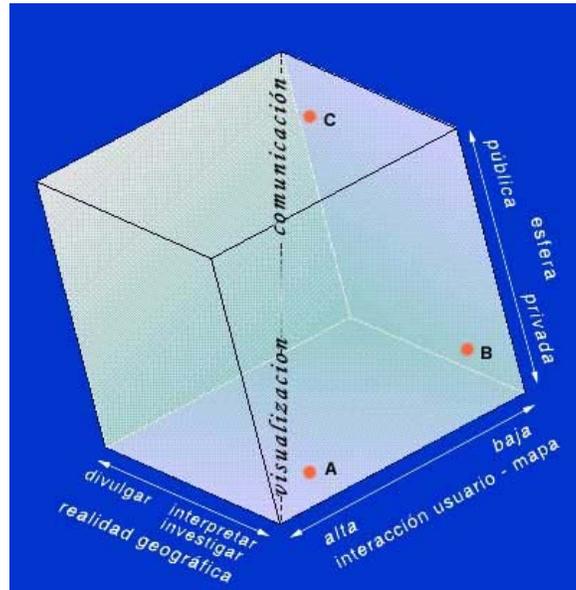


Figura 4. Cubo cartográfico. Fte. A partir de MacEachren, 1994.

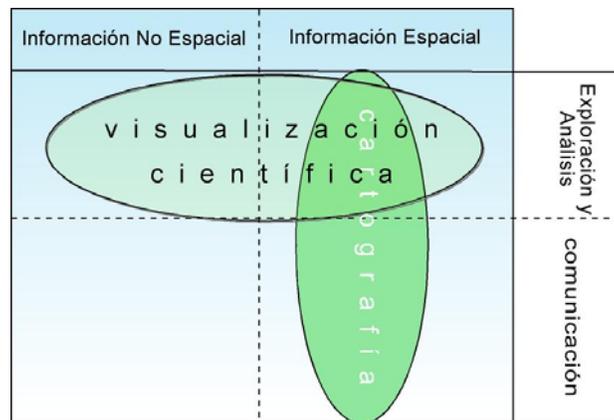


Figura 5. Relación entre la Cartografía y la visualización científica. Fte. A partir de Kraak and van Driel, 1997.



**Figura 6. Triángulo de Taylor donde se muestra la relación entre la visualización y el proceso cognoscitivo y comunicacional formalizado mediante el uso de las nuevas tecnologías.**

Fte. Taylor, 1994.

<sup>1</sup>El termino affordance se ha traducido como "guía", sin embargo esta traducción tal vez no sea la mas acertada desde el punto de vista conceptual, ya que se traduce de *afford* como: 1° lo que facilita algo, 2° hace mas fácil algo, 3° habilidad para, por lo que puede ser necesario replantearse el uso del término "Guía" en castellano.