

# Sistemas de Información Geográfica: funcionalidades, aplicaciones y perspectivas en Mato Grosso do Sul

*Geographical information systems: operations, uses and perspectives in South Mato Grosso State*

Javier Gutiérrez Puebla  
Universidad Complutense de Madrid

---

**Resumen:** En este artículo se presentan los Sistemas de Información Geográfica en el contexto de las nuevas tecnologías de la información y se analizan sus principales funcionalidades y campos de aplicación. Finalmente se exploran las posibilidades futuras de utilización de estos sistemas en el Estado de Mato Grosso do Sul y el papel que pueden jugar en el desarrollo local.

**Palabras clave:** Sistemas de Información Geográfica (SIG); Mato Grosso do Sul; Desarrollo Local.

**Abstract:** This paper presents the Geographical Information Systems in the context of new information technologies and their main operations and areas of use. Finally, the future possibilities for the use of these systems in South Mato Grosso State and the role that they can play in local development are examined.

**Key Words:** Geographical Information Systems (GIS); South Mato Grosso State; Local Development.

---

## Los Sistemas de Información Geográfica en el contexto de las nuevas tecnologías de la información

Los Sistemas de Información Geográfica surgen en el contexto general de la "sociedad de la información", en la que resulta esencial la disponibilidad rápida de información, para resolver problemas y contestar a las preguntas de modo inmediato. La información es hoy en día una mercancía de incalculable valor, el verdadero soporte de la nueva economía. La informática (para procesar la información) y las telecomunicaciones (para su intercambio en tiempo real) constituyen los soportes tecnológicos de esa revolución económica y social.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) pertenecen a la familia de los Sistemas de Información, que no son más que programas o conjuntos de programas diseñados para gestionar grandes volúmenes de datos. Operaciones que antes se desarrollaban manualmente, de forma tediosa y con numerosos errores, hoy son llevadas a cabo automáticamente mediante tales sistemas. Además, estos sistemas se orientan frecuentemente al apoyo para la toma de decisiones. Los Sistemas de Información se han introducido en múltiples ámbitos y están presentes en nuestra vida cotidiana. Cuando vamos a reservar un billete de avión o cuando acudimos a comprar a un supermercado, nos en-

contramos ante unos sistemas que gestionan de forma inmediata la información relacionada con esa actividad.

¿Qué tienen de especial los SIG frente a otros sistemas de información? La respuesta es sencilla: la "G" que acompaña a la "I". Son sistemas especialmente diseñados para gestionar y analizar información geográfica. Y la Geografía es parte de nuestra vida diaria; la mayor parte de las decisiones que tomamos están enmarcadas, influidas o dictadas de alguna forma por la Geografía, por las condiciones del territorio. Esto es válido no sólo para los individuos, sino también para las empresas e instituciones. Es obvio que cada uno de nosotros en nuestra vida nos proponemos cuestiones cómo qué camino elegir para ir al trabajo, dónde pasar el fin de semana o dónde comprar nuestra nueva vivienda. Pero también ocurre algo parecido con las empresas e instituciones cuando tienen que decidir dónde localizar una nueva sucursal, dónde fomentar un determinado tipo de cultivo, qué ruta seguir para realizar un reparto de mercancías o por dónde trazar una nueva carretera, cuestiones todas ellas que están relacionadas con el territorio.

En definitiva un SIG es "un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de

planificación y gestión" (NCGIA, 1991). Se trata de una nueva tecnología de la información, que permite gestionar y analizar información territorial de modo rápido y eficaz. Estas sofisticadas herramientas multipropósito tienen aplicaciones en campos tan dispares como la planificación urbana, la gestión catastral, la ordenación del territorio, el medio ambiente, la planificación del transporte, el mantenimiento y la gestión de las infraestructuras básicas, el análisis de mercados, etc. Numerosas empresas e instituciones han modificado su forma de trabajar gracias a la utilización de estos sistemas, con el resultado de que ahora son más eficientes.

En realidad un SIG es una base de datos computerizada que contiene información espacial. En un SIG se almacena información cartográfica (mapa digital) e información alfanumérica (base de datos asociada con las características o atributos de cada elemento del mapa digital). Ambos ficheros están conectados, de manera que a cada uno de los objetos espaciales del mapa digital le corresponde un registro en la base de datos. Esa conexión es posible gracias a que cada objeto del mapa digital y su correspondiente registro de la base de datos tienen un identificador común. Si en el mapa digital señalamos un determinado objeto, a través de su identificador podemos conocer cuáles son los valores que registra ese elemento en los distintos atributos. En la práctica las consultas se realizan en las dos direcciones: o bien seleccionando uno o varios objetos en el mapa digital para conocer la información que hay disponible sobre ellos en la base de datos, o bien seleccionando uno o varios registros sobre la base de datos para conocer la localización de los correspondientes objetos sobre el mapa.

Un SIG descompone la realidad en distintos temas, es decir, en distintas capas o estratos de información de la zona que se desea estudiar: el relieve, la litología, el uso del suelo, los ríos, las carreteras, los límites administrativos, la estructura de la propiedad... El analista puede trabajar sobre cualquiera de esas capas según las necesidades del momento. Pero la gran ventaja de los SIG es que pueden relacionar y combinar las distintas capas entre sí, para

contestar a preguntas complejas o para obtener nueva información, lo que concede a estos sistemas unas sorprendentes capacidades de análisis. Supongamos que se ha decidido instalar un vertedero de residuos sólidos en una determinada región. La cuestión que se plantea inmediatamente es el "dónde". La localización del vertedero es una cuestión compleja, en la que se deben tener en cuenta diferentes criterios referidos a temas (capas) distintos, como por ejemplo:

1. Litología: Sobre terrenos impermeables, para impedir la contaminación de las aguas subterráneas.

2. Vegetación: Fuera de las zonas ocupadas por formaciones vegetales de alto interés.

3. Hidrografía: Lejos de los cursos fluviales, para impedir su contaminación.

4. Asentamientos: Lejos de los núcleos habitados, para evitar los efectos negativos del vertedero sobre la población.

5. Red de carreteras: Lo suficientemente cerca de una carretera para garantizar el acceso de los camiones de la basura al vertedero.

Todas estas son cuestiones espaciales que un SIG es capaz de resolver, seleccionando en cada capa las zonas que cumplen el correspondiente criterio y superponiéndolas entre sí para indicar dónde se cumplen a la vez las distintas condiciones fijadas. Se trata de un análisis multicriterio orientado a la búsqueda de localizaciones óptimas, que se implementa de forma natural en el entorno de los SIG (Eastman *et al.*, 1993; Barredo, 1996).

A diferencia de los mapas analógicos, en los Sistemas de Información Geográfica computerizados el almacenamiento y la presentación de los datos son procesos separados. Ello permite que se puedan obtener a partir de los mismos datos tantos mapas como se desee, modificando no sólo la forma de presentación (por ejemplo, escala del mapa o los signos cartográficos utilizados), sino sometiendo los datos originales a un análisis previo para su posterior cartografía. Así, los Sistemas de Información Geográfica computerizados son capaces de producir nuevos mapas relacionando los mapas originales en formas jamás pensadas.

Estas cuestiones son de interés primordial en las actividades de planificación. Dado que los SIG trabajan con datos sobre el mundo real, es posible implementar modelos que permitan predecir cuáles serán las tendencias futuras o qué efectos se producirán en caso de que cambie alguno de los elementos del sistema territorial. En este sentido, Burrough (1998) señala que si se utiliza un SIG del modo en que un piloto utiliza un simulador de vuelo, es posible que los planificadores y políticos puedan explorar los posibles escenarios y obtener una idea de las consecuencias de una actuación antes de que se hayan cometido errores irreversibles.

### Elementos de un SIG

En general se tiende a identificar a los Sistemas de Información Geográfica con el software diseñado para trabajar con datos georreferenciados. Pero un SIG no es sólo un conjunto de programas informáticos instalados en los equipos adecuados. Un SIG es más que el software y el hardware juntos... Para que un SIG computerizado tenga vida también es necesario contar con datos y personal cualificado (Bosque, 1992; Gutiérrez Puebla y Gould, 1994). No sólo es necesario contar con los cuatro elementos descritos, sino también que exista un cierto equilibrio entre ellos. Así, por ejemplo, si tenemos un software y un hardware excelentes, pero los datos o el personal especializado son mediocres, el resultado global será un SIG mediocre. En este sentido se puede establecer una analogía con una cadena cuya resistencia depende no del eslabón más fuerte, sino del más débil.

1- *Software* (soporte lógico): Existe una gran cantidad de sistemas comerciales en el mercado e incluso también algunos no comerciales (como Idrisi o GRASS), que pueden ser englobados en dos grandes familias en función de la forma en que modelizan el espacio: los sistemas vectoriales y los sistemas ráster. Cada vez son más las empresas desarrolladoras de software que incluyen en el mismo producto soluciones de tipo vectorial y ráster. Las funcionalidades y los precios de unos sistemas y otros varían enormemente.

2- *Hardware* (soporte físico): Por su menor coste, su mayor implantación y sus

prestaciones cada vez mayores, los ordenadores personales (PC) son la plataforma más utilizada. Además es necesario disponer de determinados periféricos para la captura de la información geográfica (tableta digitalizadora, barredor óptico) y para la impresión de los resultados finales (trazador o impresora).

3- *Datos*: Constituyen una representación simplificada del mundo real con la que los expertos tienen que trabajar. Cuando se habla de datos en el contexto de los SIG se alude a datos directamente utilizables por el ordenador, es decir, mapas digitales. El usuario tiene dos soluciones: realizar él mismo las operaciones de captura de información través de los periféricos correspondientes (es decir, digitalizando o "escaneando" mapas) o adquirir la información necesaria en el mercado. La primera solución es larga y laboriosa: en muchos proyectos SIG es la captura de información la fase que más tiempo ocupa, cuando en buena lógica debería serlo el análisis o, en su caso, la producción cartográfica. En cuanto a la segunda solución, desgraciadamente existe relativamente poca información geográfica en el mercado y esa información a veces tiene una calidad inferior a la requerida y un precio todavía relativamente alto. Por eso se dice que los datos constituyen el verdadero talón de Aquiles de los Sistemas de Información Geográfica. Sin embargo es justo reconocer que cada vez es mayor la información disponible y que tecnologías afines, como la teledetección y el GPS, proporcionan cada vez más información, cuyo nivel de detalle va en aumento a la vez que su precio baja (Gould, 1998).

4- *Personal*: Por último, el personal que trabaja con los SIG constituye una pieza clave en su funcionamiento. La formación de expertos en Sistemas de Información Geográfica es una cuestión fundamental, a la que se está prestando una atención cada vez mayor. La situación en este campo también ha mejorado notablemente como consecuencia de la mayor facilidad de manejo del software actual, que supone una rebaja considerable en los costes de formación de personal.

## Funcionalidades básicas de los Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica tienen usos muy distintos y por ello cuentan con un amplio repertorio de funcionalidades, desde las más sencillas, como dibujar mapas, hasta otras considerablemente más complejas, como el análisis de redes. En general, el trabajo con un SIG como herramienta de modelización supone la utilización de numerosas funcionalidades de forma secuencial. Entre las funcionalidades típicas de los SIG figuran las siguientes:

**Entrada de información:** la entrada de información se puede realizar de distintas formas: digitalización en tableta digitalizadora o en barredor óptico (escáner), importación de ficheros de CAD o de otros SIG, importación de ficheros con datos sobre los atributos de los objetos, etc. También es posible incorporar imágenes de satélite o importar ficheros generados mediante la tecnología GPS.

**Presentación de la información:** en diferentes ocasiones el usuario de un SIG necesita presentar la información, ya sea simplemente la información que se ha cargado en el sistema o los resultados de un análisis previamente efectuado. Los sistemas tienen una serie de utilidades que permiten confeccionar mapas de alta calidad: paletas de color y de tramas, símbolos, posibilidad de representación de una o más variables al mismo tiempo, escala gráfica, tipos de letras distintos para los títulos y la leyenda, etc. Asimismo pueden elaborar mapas en 3D (fijos o en movimiento), generar perfiles topográficos y presentar la información de la base de datos alfanumérica en forma de tablas o resúmenes numéricos.

**Consultas a la base de datos:** un SIG puede ser utilizado como herramienta de análisis, pero también simplemente como instrumento de consulta. En multitud de aplicaciones, especialmente en las de tipo inventario, las consultas a la base de datos constituyen una operación de una importancia capital. Las consultas a la base de datos se pueden hacer en dos direcciones: desde la base de datos de atributos o desde el mapa digital. En el primer caso en la base de

datos se seleccionan los objetos espaciales que cumplen una o varias condiciones fijadas por el usuario y esos objetos pueden ser visualizados en la pantalla (lo que se quiere es conocer DÓNDE se localizan esos objetos); en el segundo caso se seleccionan ciertos objetos sobre el mapa y los correspondientes registros quedan asimismo seleccionados en la base de datos (lo que se quiere conocer es QUÉ hay en las localizaciones seleccionadas). Esta última operación se realiza sobre un mapa que se visualiza en la pantalla marcando con el ratón el objeto o los objetos deseados, dibujando un círculo con el ratón para que el sistema seleccione los objetos tocados por el círculo o contenidos dentro del mismo, pidiendo al sistema que seleccione los polígonos contiguos a un polígono previamente seleccionado, etc.

**Mediciones espaciales sobre objetos:** los SIG realizan de forma automática mediciones sobre los objetos de las capas, como la longitud de las líneas o el perímetro y el área de los polígonos, a partir de los cuales se pueden derivar otras medidas como son los índices de forma de los polígonos o la sinuosidad de las líneas.

**Superposición de capas:** en la superposición de mapas, dos o más mapas fuente se combinan para obtener un mapa final. Mediante la superposición de capas se puede conocer qué áreas cumplen todos los criterios requeridos para una determinada actuación. Ello se puede realizar mediante operadores lógicos (donde se cumple que... y que... y que...) o mediante modelos ponderales (álgebra de mapas).

**Distancias euclidianas, buffers y polígonos de Thiessen:** Se pueden generar *mapas de distancias euclidianas* a partir de ciertos objetos del mapa. En ocasiones se trata de conocer el espacio que se encuentra a menos de una determinada distancia con respecto a un objeto conjunto de objetos dado. Es lo que se llama la generación de *buffers* o *corredores*. Los cálculos de distancias y la generación de corredores constituye una de las operaciones más características de los SIG y es utilizada en multitud de aplicaciones: estudios de impacto ambiental, búsqueda de localizaciones óptimas, capacidad de acogida del territorio, etc. También se pueden generar *polígonos de Thiessen* a partir de distancias

euclidianas, útiles para calcular áreas de influencia y para estimar valores desconocidos de variables cualitativas a partir de puntos muestrales.

**Superficies de fricción: mapas de costes y trazados de mínimo coste:** en multitud de ocasiones las distancias euclidianas resultan una medida poco realista, ya que el espacio no es isotrópico. El efecto de fricción de la distancia (o si se prefiere, la resistencia al desplazamiento por el espacio) puede ser tenidas en cuenta en el cálculo de los mapas de costes de transporte y en los análisis de proximidad. Sobre los datos de la superficie de fricción también es posible calcular el camino mínimo entre dos puntos: el sistema es capaz de encontrar la ruta óptima de forma que se minimicen los costes (constructivos, ambientales, etc.). Esta funcionalidad es extraordinariamente útil para el trazado de infraestructuras lineales.

**Pendientes, orientaciones y cuencas de drenaje:** a partir de una capa en la que se registra la altitud del terreno (un modelo digital del terreno) es posible calcular automáticamente el valor de las *pendientes* y su *orientación*. El valor de las pendientes es una variable utilizada en multitud de aplicaciones (pautas de distribución de la vegetación, modelos de erosión, capacidad de acogida de nuevos usos, etc.). La orientación de las pendientes es útil en aplicaciones diversas, como los estudios sobre distribución de la vegetación o los modelos sobre el riesgo de incendios forestales, pero además a partir de los mapas de orientación de las pendientes es posible conocer la dirección del flujo del agua sobre la superficie de la tierra y, en consecuencia, delimitar *cuencas de drenaje* y calcular la cantidad de flujo acumulado sobre un determinado punto del territorio.

**Análisis de intervisibilidad (cuencas visuales):** a partir de un modelo digital del terreno es posible determinar qué espacios son visibles y no visibles desde una determinada localización, es decir, se pueden delimitar cuencas visuales de forma automática. Esta funcionalidad es de gran interés en la búsqueda de localizaciones óptimas en las que la variable visibilidad sea decisiva: en unos casos se deben buscar puntos visibles desde amplias zonas circundantes (torretas de incendios, emisoras

de radio); en otros se trata exactamente de lo contrario, es decir, de ocultar instalaciones ya sea porque produzcan un impacto visual negativo sobre el paisaje (una fábrica de cemento) o por necesidades estratégicas en el campo militar. Por otro lado, la delimitación de cuencas visuales constituye un elemento esencial en los modelos de difusión de las ondas sonoras.

**Análisis de redes:** una red está formada por un conjunto de arcos interconectados, a través de los cuales es posible el movimiento de recursos de acuerdo con ciertas restricciones. Existen redes de muy diversos tipos: de transporte, hidrográficas, telefónicas, eléctricas, de abastecimiento de agua, de alcantarillado, etc. Pues bien, en un SIG vectorial se puede representar una red y simular el movimiento de recursos sobre la misma. Las funcionalidades más populares dentro del análisis de redes son el cálculo de caminos mínimos y el análisis de áreas de influencia de centros de servicio, útiles en operaciones de logística y en análisis de viabilidad de nuevas instalaciones.

**Modelos complejos:** en la mayor parte de los estudios realizados con esta tecnología es necesario utilizar las funcionalidades de los SIG de forma secuencial. Así, por ejemplo, un modelo de erosión potencial exige calcular pendientes a partir de modelos digitales del terreno y después combinar la capa de pendientes resultante con otras capas, como por ejemplo, vegetación y litología. Algo parecido se puede decir de los estudios de impacto ambiental, que exigen realizar valoraciones ambientales en distintas capas, realizar cálculos de pendientes, distancias, etc. y finalmente superponer las capas para determinar las zonas de máxima calidad ambiental y mayor vulnerabilidad. El trabajo con un SIG es un trabajo creativo, que requiere ciertas dosis de imaginación. Una vez planteado el problema, hay que buscar el camino más adecuado para llegar a la mejor solución.

## Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas multipropósito, por lo que sus campos de aplicación son muy

diversos. Esa es precisamente una de las claves de su éxito. En este apartado se pasa revista a algunas de las principales aplicaciones de estos sistemas, sin intentar ni mucho menos realizar un análisis exhaustivo (ver Maguire *et al.*, 1991).

**Medio ambiente y recursos naturales:** las aplicaciones de los SIG al campo del medio ambiente y los recursos naturales son muy variadas (Goodchild, 1996; Johnston, 1997). El primer SIG fue creado en Canadá para la gestión de los bosques. Ésta es una aplicación característica en la que el SIG supone una ayuda para la conservación y la explotación del bosque, indicando qué áreas forestales merecen la máxima preservación, dónde resulta más adecuada en cada momento la tala de árboles o dónde se puede reforestar con una determinada especie atendiendo a sus requerimientos específicos. Otra aplicación muy extendida en este campo es la determinación del riesgo de incendios y el análisis de las pautas de difusión del fuego.

Los SIG constituyen una herramienta de potencia probada también en los estudios de impacto ambiental. El SIG puede mostrar cuáles son los usos del suelo en el espacio que va a ser ocupado físicamente por una nueva infraestructura, indicar si resulta afectada alguna formación vegetal de interés o algún yacimiento arqueológico, o contestar a preguntas del tipo de cuántas personas van a ser afectadas por el ruido del tráfico futuro (en el caso de las infraestructuras de transporte, especialmente los aeropuertos), desde dónde se podrán ver las nuevas infraestructuras (impacto visual), etc. Cuando se barajan varias alternativas (por ejemplo, en el trazado de una carretera) tienen especial interés la utilización de los métodos de evaluación multicriterio en el entorno de los SIG. Los SIG también son utilizados en campos tan distintos como la localización de centrales eólicas, la gestión de espacios naturales, el emplazamiento de vertederos de residuos sólidos, etc.

**Catastro:** en varios países se ha emprendido la ambiciosa tarea de informatizar el catastro con el soporte de un SIG. El catastro de bienes inmuebles (rústicos y urbanos) se convierte así en una base de datos computerizada que contiene información territorial al mayor grado de

resolución sobre el territorio nacional. El catastro contiene información espacial (localización, límites, superficie) y temática (usos, valor) sobre las parcelas, y debe ser actualizado constantemente. Aunque su función primordial es la de servir de base para la gestión de impuestos, la información que ofrece puede ser de gran utilidad para multitud de aplicaciones.

**Transporte:** cada vez son más frecuentes los inventarios sobre redes de carreteras y ferrocarriles basados en la tecnología SIG. Pero los SIG son también una herramienta muy útil en el trazado de infraestructuras lineales y, como se dijo anteriormente, en el estudio de su impacto ambiental. Otro campo de gran interés es el de los sistemas de navegación para automóviles, que se apoyan en la tecnología SIG.

**Redes de infraestructuras básicas:** uno de los sectores en los que más ha crecido el negocio de los SIG es el de la gestión y planificación de las redes de infraestructuras básicas: redes eléctricas, telefónicas, de distribución de agua, de gas, etc. Generalmente se trata de grandes redes gestionadas por importantes compañías que dan servicio a miles o millones de clientes. Estas empresas tienen la necesidad de disponer de una cartografía muy precisa sobre dichas redes, así como de bases de datos con las características de los elementos de la red. Evidentemente la tecnología SIG responde a esa necesidad, ya que permite relacionar la información alfanumérica con los elementos geográficos, en la forma de una gran base de datos georreferenciada.

**Protección civil (riesgos, desastres, catástrofes):** los SIG constituyen una herramienta eficaz para la prevención de riesgos de muy distintos tipos y para la toma de decisiones ante las catástrofes. Con la ayuda de un SIG se pueden abordar cuestiones como la determinación de la distribución exacta de las zonas de riesgo, la identificación de la población potencialmente afectada y la selección de las redes de transporte utilizables para facilitar una eventual evacuación. Conviene recordar que los riesgos pueden ser naturales (inundaciones de los ríos, riesgo volcánico, deslizamientos de laderas) o producto de la actividad del hombre y que estos últimos

pueden estar ligados a la producción (por ejemplo, las centrales nucleares), la distribución (transporte de mercancías peligrosas) o el consumo (depósitos de gas).

**Análisis de mercados (SIG en negocios):** el análisis de mercados trata sobre los clientes (reales o potenciales) de las empresas y la satisfacción de sus necesidades mediante la oferta de los bienes o servicios apropiados. En un marco de competencia, el análisis de mercados resulta un aspecto clave no sólo para la expansión y el crecimiento de las compañías, sino incluso para garantizar su propia supervivencia. Dado que tanto los clientes como los puntos de oferta tienen una localización en el espacio, la consideración de esa componente espacial en los análisis de mercados resulta fundamental. Es lo que se ha venido a conocer con los términos de análisis espacial de mercados, *geomarketing* o incluso geodemografía. El SIG al servicio del análisis espacial de mercados debe responder a preguntas como las siguientes: ¿dónde se localizan nuestros clientes? ¿dónde existe una concentración importante de clientes potenciales para nuestro negocio? ¿dónde debemos distribuir nuestros productos y servicios? ¿dónde se localizan los puntos de oferta de la competencia? ¿dónde podemos establecer nuevos puntos de oferta? Los SIG son utilizados por muchas compañías para mejorar sus negocios, como pueden ser bancos, comercios, restaurantes, redes de gasolineras, etc.

**Planificación y gestión urbana:** cada vez es mayor el número de municipios que poseen un SIG en el que se almacena y gestiona información relativa al planeamiento, la propiedad de los bienes inmuebles y los impuestos que sobre ellos recaen, las infraestructuras, etc. El SIG se utiliza en tareas muy diversas, como la gestión de los impuestos municipales, el control del cumplimiento de la normativa urbanística, la localización de nuevos equipamientos, la mejora del transporte, etc. Además, los Sistemas de Información Geográfica municipales pueden jugar un importante papel en el proceso de revisión de los planes generales de urbanismo y normas subsidiarias, como herramienta para la selección de zonas aptas para distintos usos.

## **Comentarios finales: la tecnología de los SIG y el Estado de Mato Grosso do Sul**

Los Sistemas de Información Geográfica tienen unas perspectivas muy favorables de utilización en el Estado de Mato Grosso do Sul. Ciertamente se parte de una situación en la que existen dificultades importantes, pero eso, inicialmente, también ha ocurrido en otros lugares del planeta, en los que finalmente la utilización de esta tecnología se ha generalizado. Sin duda las universidades, en tanto que focos de difusión de innovaciones, pueden jugar un papel importante en este proceso. La UCDB cuenta actualmente con un laboratorio de geoprocesamiento, dotado con excelentes equipos informáticos, que actualmente se dedica sobre todo a la teledetección, pero que también está extendiendo su campo de actividad hacia los SIG. Además, varios profesores de la UCDB y distintos profesionales de Campo Grande han participado en el curso de doctorado de "Sistemas Nuevos de Información Territorial para el Desarrollo Local", celebrado en la UCDB en agosto de 1999, en el que tuvieron la oportunidad de conocer las principales funcionalidades y campos de aplicación de los SIG.

Por lo tanto, se ha dado un paso importante tanto desde la perspectiva de los recursos técnicos como de los recursos humanos, aunque todavía queda mucho por hacer. Pero el problema fundamental es el de los datos. La mayor parte de la cartografía convencional no tiene el nivel de detalle suficiente y la cartografía digital es casi inexistente. En estas circunstancias, la utilización de las tecnologías de la teledetección y el GPS, que han experimentado importantes mejoras técnicas en los últimos años, va a resultar vital en la mayor parte de los proyectos. Pero también se generará nueva cartografía digital, que puede ser de gran utilidad en el futuro. De hecho el municipio de Campo Grande se encuentra inmerso en un ambicioso proyecto catastral. Una vez que los datos del catastro estén disponibles en formato digital se habrá avanzado mucho para la utilización de las tecnologías de la información territorial en Campo Grande, que pueden ser utilizadas

por el sector público para la planificación y la gestión urbanística, pero también por el sector privado en trabajos de geomarketing.

En el Estado del Mato Grosso do Sul las aplicaciones potenciales son muchas, pero probablemente uno de los campos fundamentales será el de la protección y gestión del medio ambiente y el mejor aprovechamiento de los recursos naturales. Sin duda la región del Pantanal debe ocupar un lugar privilegiado en esta línea, ya que se trata de un espacio singular, de incalculable valor ecológico. Junto con las estrategias de conservación deben aparecer los objetivos de valorización de ese recurso turístico único que es el Pantanal. En la potenciación y en la regulación de un turismo ecológico, respetuoso con la naturaleza, pero al mismo tiempo favorecedor de las condiciones de vida de la población local, las tecnologías de la información geográfica pueden jugar un papel importante. Por otro lado, no hay que olvidar las aplicaciones en otros campos, como la agricultura y la ganadería. Así, por ejemplo, los SIG constituyen una herramienta útil para la localización óptima de cultivos, de acuerdo con las condiciones específicas que requieren.

Los SIG pueden ponerse al servicio del desarrollo local. Permiten un mejor conocimiento del propio territorio y la afirmación de la identidad y la cultura locales, así como el reforzamiento de la autoestima de las comunidades. Pero además pueden servir para mejorar las condiciones de vida de esas comunidades, mediante la valorización de los recursos locales. Esta tecnología permite integrar la participación ciudadana en la planificación integrada, tanto en el diagnóstico como en la toma de decisiones. De lo que se trata es de que las nuevas tecnologías de la información territorial se pongan al servicio del hombre, para la promoción de acciones participativas y, en definitiva, de un desarrollo a escala humana. No se trata de utopías. En España el autor de este artículo y el profesor Carpio están desarrollando un proyecto pionero de aplicación de los SIG al desarrollo local, en una comarca del noroeste del país (Sanabria), para el que se han previsto multitud de aplicaciones: inventarios de patrimonio natural y cultural, educación, protección del

medio ambiente, potenciación y valorización de los recursos locales, localización óptima de nuevos cultivos y de repoblaciones forestales, control de incendios forestales, potenciación y gestión del turismo rural, etc. Sin duda en Mato Grosso se abren perspectivas muy interesantes, en muy distintos campos, aunque es justo reconocer que serán muchas las dificultades que habrá que superar en el proceso de difusión de estas nuevas tecnologías.

## Bibliografía

- Aronoff, S.. *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa, WDL Publications, 1989.
- Barredo, J.I.: *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio*. Madrid, Ra-Ma, 1996.
- Bosque Sendra, J.: *Sistemas de información geográfica*. Madrid, Rialp, 1992.
- Burrough, P.A. y McDonnell, R.: *Principles of geographic information systems*. Oxford university Press, 1998.
- Comas, D. & Ruiz, E.: *Fundamentos en Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona, Ariel, 1993.
- Eastman, J.R. et al. *GIS and decision making*. Ginebra, UNITAR, 1993.
- Goodchild, M. et al. *GIS and environmental modelling: progress and research issues*. Geoinformation International, 1996.
- Gould, M. *Innovación en los Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona, VIII Coloquio de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección de la Asociación de Geógrafos Españoles, 1998.
- Gutiérrez Puebla, J. & Gould, M.. *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Cincel, 1994.
- Johnston, C.A. *Geographic Information Systems in Ecology*. Blackwell Science, 1997.
- Maguire, D.J., Goodchild, M.F. & Rhind, D.W. *Geographical Information Systems*. Harlow, Longman, 1991.
- Moldes, J.. *Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Ra-ma, 1995.
- NCGIA. Core Curriculum. Santa Barbara, University of California, 1991.
- Star, J. & Estes, J.. *Geographic information systems. An introduction*. Nueva Jersey, Englewood Cliffs, 1991.