

# Contradicciones de la cartografía automatizada en México

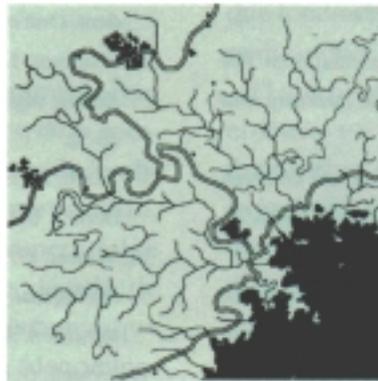
SERGIO FRANCO MAASS\*

## I. La cartografía en México

La cartografía automatizada ha llegado a constituirse en nuestros días como una de las herramientas de apoyo más importantes para el estudio del territorio nacional. Han proliferado en el mercado nacional los paquetes aplicables a la producción de cartografía de muy diversa índole, desde aquellos especializados en la elaboración de cartografía de línea, sobre todo con fines catastrales, hasta los relacionados con la producción de mapas estadísticos. Esta diversidad se expresa también en el uso de diferentes plataformas, desde las muy utilizadas y económicas computadoras personales (PC), hasta los grandes y poderosos sistemas basados en el uso de estaciones de trabajo.

Independientemente de las particularidades de cada *software* cartográfico, es posible identificar tres grandes grupos de paquetes con características generales y aplicabilidad similares: Los CAD) (Computer Aided Design), aquellos para la generación de cartografía de línea y los de cartografía estadística.

Los paquetes CAD, particularmente el AutoCAD en sus diversas versiones, está siendo utilizado en múltiples instituciones para la conversión de mapas a formato digital. Una apreciable cantidad de cartografía digital en México es simplemente dibujo electrónico y, en el mejor de los casos, se han diseñado ligas rudimentarias con manejadores de bases de datos, para lograr el despliegue selectivo de información y el redibujado con anotaciones adicionales y florituras (*fig 1*).



*Fig. 1. Fragmento de mapa producido en AutoCAD ver. 10.0*

A pesar de las ventajas que ofrecen los paquetes CAD, sobre todo en las facilidades de despliegue y edición y las alternativas de actualización de los archivos gráficos, se hace cada vez más imponente convertirlos a verdaderos archivos cartográficos que permitan establecer las relaciones topológicas de cada entidad y que, por ende, posibiliten el manejo inteligente de datos espaciales.

Dentro de los paquetes de cartografía de línea, el AU2 es, sin lugar a dudas, el de más extenso uso en el país, sobre todo para la obtención de bases cartográficas a diferentes escalas. Se le ha utilizado con frecuencia para la obtención de cartografía urbana (con fines censales o catastrales) y para la digitalización de cartografía temática regional, principalmente referente a la representación de fenómenos del medio físico. El paquete permite trabajar en diferentes proyecciones cartográficas, maneja algunas rutinas para la yuxtaposición cartográfica y la generación de modelos de terreno y, en su más reciente versión, permite también la definición topológica de las entidades cartográficas (*fig 2*).

A pesar de su carácter cerrado y difícil de ajustar a los requerimientos específicos de los usuarios, el AU2 ha probado ser una importante alternativa para la obtención de maquetas de autor, sin embargo, si se considera a la cartografía automatizada en su sentido científico amplio, es posible mencionar,

\* *Coordinador de Posgrado de la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México.*

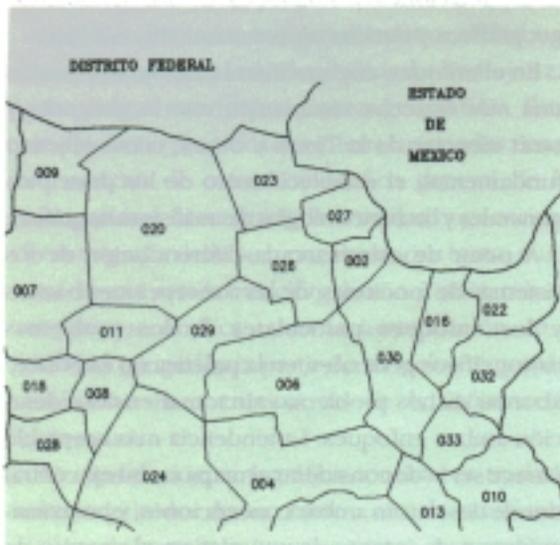


Fig. 2. Fragmento de mapa digitalizado en AU2

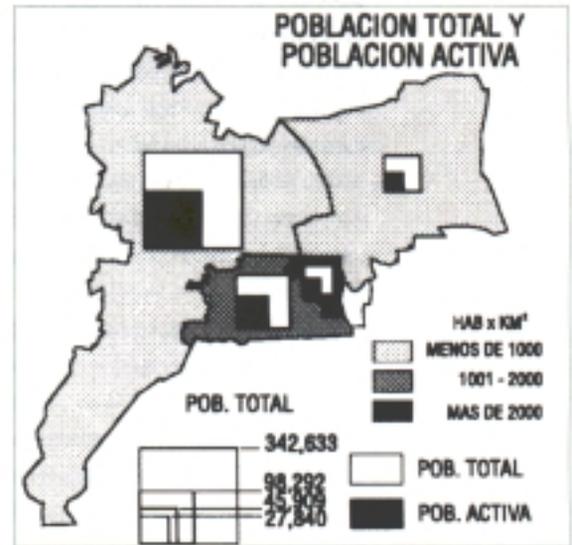


Fig. 3. Fragmento de mapa estadístico elaborado por medios automatizados.

dentro de sus limitantes: las reducidas posibilidades de edición cartográfica, las restringidas opciones de análisis espacial y, la falta de herramientas para la generación de cartografía estadística.

Los paquetes de cartografía estadística permiten una liga entre bases de datos y sistemas de representación gráfica y posibilitan la asignación automática de simbología a delimitaciones espaciales mediante el análisis de los atributos o variables contenidos en las bases de datos.

En la mayoría de los casos, los sistemas producen mapas coropléticos y utilizan cartogramas y cartodiagramas como herramientas de representación de los fenómenos. Los componentes de la base de datos sirven como un gabinete electrónico que permite la consulta, ordenado y selección de la información, y los mapas y gráficas no son sino funciones especializadas de salida. En general, estos paquetes presentan muy pocas opciones de representación cartográfica y no realizan funciones avanzadas de análisis y modelación que permitan visualizar problemas espaciales complejos (fig 3).

Dentro de los paquetes estadísticos de mayor uso en México se encuentran: Mapinfo, Atlas pro, Mapmaker y Spans Map.

## II. Principales contradicciones

La reciente y explosiva aparición de los paquetes cartográficos en el país, aunado a su heterogeneidad, tanto en aplicabilidad como en versatilidad, ha venido aparejada de contradicciones, tanto en lo que se refiere a su adecuada conceptualización como a la correcta definición de su ámbito de acción, sus potencialidades y limitaciones. En la literatura especializada se han reportado casos referentes a la

realización de inversiones para la compra de equipos y paqueterías; sin embargo, no han permitido solucionar totalmente el problema para el que fueron adquiridos o el monto desembolsado no justificó los resultados obtenidos.

Ante este panorama, relacionado con la disciplina examinada, se considera pertinente profundizar en la identificación y análisis de las contradicciones siguientes:

1. El paradigma en torno al cual se conceptualiza y aplica la cartografía.
2. Diferencias entre la cartografía y la cartografía automatizada.
3. Deficiencias actuales de la cartografía automatizada.
4. La situación actual de la cartografía automatizada con respecto a los sistemas de información geográfica.

## III. Paradigmas de la cartografía

Salichtchev (1983) y otros autores han planteado la existencia de dos paradigmas fundamentales en la cartografía: el cognoscitivo y el comunicativo. Dichos paradigmas remiten, necesariamente, a analizar las distintas alternativas de utilización de los mapas. En un sentido muy general se puede decir que el uso de los mapas tiene dos vertientes fundamentales: los mapas pueden ser utilizados como material demostrativo y de consulta o, en un sentido de mayor relevancia, pueden constituir importantes fuentes de nuevo conocimiento geográfico.

El más extendido uso que se da a los mapas es, sin lugar a dudas, el comunicativo. La cartografía sirve para almacenar y difundir un cierto cúmulo de conocimientos geográficos y, por tanto, implica un

proceso de diseño cartográfico que se fundamenta en el papel de la comunicación gráfica.

El uso de los mapas como medio para el análisis espacial y temporal de la realidad se basa en el estudio de las particularidades y leyes internas relativas a la distribución de los fenómenos geográficos, así como en la investigación de las interrelaciones espaciales y de la dinámica y desarrollo de dichos fenómenos.

Estos dos enfoques han dado pauta para conceptualizar a la cartografía a partir de paradigmas basados en diferentes tendencias teóricas: como una ciencia formal para la representación, transmisión y difusión de información espacial o como una ciencia de investigación del mundo objetivo para la generación de nuevos conocimientos geográficos.

*El paradigma comunicativo:* concibe a la cartografía como una ciencia referente a la comunicación de información gráfica. El mapa es entendido como una forma de comunicación que busca la transmisión de información cartográfica (función de incuestionable relevancia) mediante la utilización de sistemas de representaciones visuales. El mapa, como un material demostrativo y de consulta, expresa en forma gráfica la información que se deriva de la investigación geográfica.

Es evidente que el paradigma comunicativo dirige el quehacer de la cartografía hacia el empleo de la semiología cartográfica y la búsqueda de modelos efectivos de comunicación gráfica.

La cartografía, entendida como una rama de las ciencias de la comunicación, busca formar una base teórica racional a partir de la teoría de los signos cartográficos y de la teoría de la comunicación cartográfica.

La información cartográfica se refiere a la localización espacial y temporal de los rasgos y fenómenos geográficos mediante la definición de un sistema espacial de coordenadas.

Tal enfoque, sin embargo, encuentra su principal debilidad en que no se profundiza en el contenido de la información transmitida y se asume que la tarea de generación de nuevos conocimientos compete a ciertas disciplinas relacionadas con el estudio del espacio geográfico.

*El paradigma cognoscitivo:* define a la cartografía como una ciencia de la investigación de la realidad geográfica a partir de modelos cartográficos. Los mapas se consideran modelos de imagen simbólica que representan, en forma sistematizada, los espacios geográficos.

La cartografía, como herramienta de investigación, permite definir los distintos elementos, estruc-

turas, relaciones y funciones de los fenómenos geográficos y derivar un conocimiento sintético.

En el enfoque cognoscitivo la cartografía guarda una más estrecha vinculación con la geografía y otras ciencias de la Tierra y busca, como objetivo fundamental, el establecimiento de los principios generales y las metodologías de análisis cartográfico.

A pesar de esta marcada diferenciación de los sistemas de funciones, de las concepciones básicas y los enfoques particulares de los problemas cartográficos generales, en la práctica no es posible abordar dichos problemas sin tomar en consideración ambos enfoques. La tendencia más aceptable parece ser la de considerar al mapa como eje central donde descansan ambas concepciones, y por consiguiente todo intento de automatizar el proceso de elaboración deberá tomar en cuenta, para seleccionar la tecnología y el software, las funciones específicas y los enfoques particulares de cada una de dichas concepciones.

La producción cartográfica automatizada debería permitir tanto la investigación de la realidad geográfica a partir de modelos cartográficos como la definición de un medio de comunicación gráfica de información cartográfica. Este es un aspecto que dista mucho de quedar totalmente satisfecho por la mayoría de los paquetes cartográficos que se encuentran actualmente en el mercado y constituye un importante reto para el diseño de nuevos sistemas.

Es decir que, en términos generales, se debería llegar, mediante un software determinado, o al menos en un grupo de paquetes relacionados entre sí, tanto a los objetivos que se persiguen con la cartografía comunicativa como con la cartografía cognoscitiva. Mientras esto no se tenga en cuenta, los productos derivados de los paquetes de cartografía automatizada siempre serán limitados y parciales.

#### IV. Diferencias entre cartografía tradicional y cartografía automatizada

De acuerdo con Salichtchev (1983), la cartografía, para cumplir con sus funciones comunicativa y cognoscitiva, se encuentra en estrecha relación con otras disciplinas como la informática, la teoría de la información matemática, la semiótica, la psicología, las ciencias naturales y sociales, etcétera.

Esta interrelación con otras disciplinas, sin embargo, no implica condicionar la cartografía a jugar un papel puramente técnico, al servicio de ciencias sociales y naturales que requieren de métodos de investigación y representación cartográfica. Los mapas se conceptualizan como modelos objetivos

de la realidad, con propiedades de abstracción, selectividad, síntesis, escala y dimensionalidad, unidad y continuidad, legibilidad, semejanzas geométricas y correspondencias geográficas. Estos modelos con propiedades interrelacionadas tienen un carácter de método científico general de investigación inherente a toda actividad cognoscitiva. La cartografía debe ser concebida, por tanto, como una ciencia para la creación, diseño y utilización de mapas que implica tanto la investigación de la realidad geográfica a partir de modelos cartográficos como la comunicación de la información generada.

La modelación cartográfica consiste en trasladar rasgos definidos de un objeto a otro, basándose en características o relaciones comunes. La transferencia de la información obtenida durante la investigación de un objeto (modelo), a otro denominado prototipo que no es más que el objeto de la realidad bajo la acción de la investigación.

Los rápidos y espectaculares avances en el ámbito tecnológico y la tendencia generalizada de enaltecer el valor utilitario sobre el valor científico de la ciencia, ha sido el punto de partida para conceptualizar a la cartografía automatizada como una *herramienta* de la geografía para la elaboración de canas, planos y mapas, mediante la utilización de sistemas automatizados.

Esta forma de concebir a la cartografía automatizada, en respuesta a la necesidad de registro y seguimiento de los cambios naturales y sociales que ocurren en un espacio geográfico dado, le niega todo valor científico y supedita su ámbito de acción a fungir como una herramienta práctica y eficiente al servicio de otras disciplinas. Es muy posible que esta forma de entender a la cartografía automatizada esté en estrecha relación con la aparición en el mercado de múltiples paquetes y la proliferación de usuarios que, aunque con una sólida formación científica en sus propias disciplinas, no cuentan con la adecuada formación en cuestiones cartográficas.

Es indiscutible que en la cartografía automatizada hay un importante componente tecnológico, derivado de los avances científico-técnicos relacionados con la computación, mismos que han posibilitado, no sólo el perfeccionamiento de los métodos de análisis y transformación cartográfica, sino el surgimiento de la modelación cartográfico—matemática.

Candau (1993) afirma que "...la cartografía automatizada está concebida como un proceso de transferencia de información a partir de datos espaciales que pueden ser considerados como modelos

multifacéticos de la realidad geográfica, las cuales pueden además variar de acuerdo con la dinámica espacial y temporal de la información que los describe". Tal afirmación implica que ya no se puede hablar únicamente de creación de mapas estáticos sino de "...generar mapas dinámicos y dialécticos a manera de modelos del mundo real".

La cartografía automatizada es una nueva vertiente de la cartografía que retoma sus conceptos y principios fundamentales (cartografía matemática, confección y redacción cartográfica, composición e impresión definitiva, etc.) pero que, al incorporar la noción de uso y manejo de bases de datos, potencializa el quehacer cartográfico, confiriéndole nuevas posibilidades como herramienta dinámica de análisis y síntesis.

La mayoría de los textos especializados coinciden al señalar las principales ventajas de la cartografía automatizada con respecto a los métodos tradicionales de producción y manejo cartográfico:

- Eliminación de ciertos procesos manuales
- Producción repetida e instantánea de mapas
- Generación de mapas de acuerdo con los requerimientos del usuario
- Diseño y redacción de las maquetas de autor (compilaciones) por sistemas interactivos ágiles y poderosos
- Versatilidad y flexibilidad en el ensayo de diferentes alternativas de representación cartográfica
- Facilidad en la actualización de la información
- Facilidad en el manejo de grandes volúmenes de información geográfica proveniente de diferentes fuentes
- Extracción y manipulación simultánea e interrelacionada de información geográfica
- Creación de mapas con criterios predefinidos
- Estandarización y manejo integrado de los procesos y por consiguiente mejor organización del trabajo cartográfico
- Agilización en los procesos preparatorios a la edición cartográfica
- Ahorro de tiempo y recursos materiales y humanos.

Si se parte de la concepción amplia de la cartografía automatizada, se debe hablar no sólo de la agilización y optimación de los procesos cartográficos tradicionales, sino de las posibilidades de manejo de la información geográfica almacenada y el uso dinámico de los mapas derivados de esto.

El desarrollo de nuevos métodos cartográficos de investigación y de modelación del medio circundante, así como la inclusión de procedimientos automatizados eficientes, permite a la cartografía, entendida ésta como una ciencia, una mayor interrelación con otras disciplinas de estudio del

espacio geográfico y definir tanto su objeto de estudio como sus propias leyes de desarrollo.

## V. Deficiencias actuales de la cartografía automatizada

Al concebir a la cartografía automatizada en su sentido más amplio, resulta evidente que los paquetes cartográficos actuales adolecen de importantes deficiencias, sobre todo en lo referente a las posibilidades de análisis y modelación espacial, y en lo concerniente a la calidad de los productos obtenidos.

Contar con *herramientas de análisis y modelación* es una exigencia que no ha sido satisfecha en prácticamente ninguno los paquetes utilizados en México para la producción automatizada de cartografía. Dichas herramientas deben incluir, entre otras características, alternativas para la generalización cartográfica, la manipulación, la reclasificación, la determinación de áreas de influencia, la yuxtaposición y el modelado.

Resulta evidente que ni los paquetes para la obtención de cartografía de línea o aquellos utilizados para generar cartografía estadística, cuentan con la capacidad de generar modelos complejos de la realidad geográfica y por ende no permiten ir más allá en la generación de nuevo conocimiento científico.

Las limitaciones que presentan la mayoría de los paquetes cartográficos para la representación de la información geográfica y la falta de opciones de salida de alta calidad han limitado en buena medida el trabajo cartográfico que se realiza en múltiples instituciones y que, si bien constituye una importante alternativa para el manejo de información espacial en proyectos de investigación geográfica, no permite cumplir cabalmente con el objetivo comunicativo de la cartografía.

La cartografía automatizada debería buscar no sólo potencializar las posibilidades de generación de nuevo conocimiento geográfico, sino la simplificación de múltiples procesos de elaboración cartográfica y la obtención de mapas de alta calidad gráfica. En la actualidad, sin embargo, los paquetes cartográficos, en su gran mayoría, posibilitan únicamente la producción de compilaciones o maquetas de autor.

De acuerdo a Brassell (1987), la obtención automatizada de maquetas de autor presenta tres etapas fundamentales:

1. Entrada y almacenamiento: que incluye la transformación a formato digital de la información temática y de la base de referencia.

2. Tratamiento de los datos: que incluye la selección y extracción de la información, así como el análisis de los datos.

3. Reproducción de la imagen gráfica: consistente en la generación, redacción cartográfica y graficado de la maqueta de autor.

El problema aparece cuando el mapa debe ser reproducido masivamente por litografía *offset*. En estos casos se requiere de un proceso de edición por procedimientos tradicionales y de acuerdo con los requerimientos de máxima calidad gráfica, tanto en tipografía como en simbología cartográfica.

La elaboración de compilaciones y su graficado provisional en impresoras o graficadores es, sin lugar a dudas, un avance importante de la cartografía automatizada, ya que permite agilizar los procesos de producción cartográfica al crear facilidades para la preparación y edición de los mapas.

Si el paquete cartográfico genera salidas vectoriales es posible obtener el graficado por separado sobre base estable para omitir algunos procesos de grabado y apertura de ventanas. Si el paquete trabaja formatos *raster*, es posible utilizar las ventajas de la microedición y generar originales por separación de color, esto sin embargo, requiere contar con impresoras de alta resolución, caras y frecuentemente limitadas en formato.

El lograr salidas de alta calidad es hoy en día un problema al que se enfrentan investigadores y pequeñas instituciones que, a diferencia de los grandes organismos encargados de la cartografía fundamental del país, no cuentan con los recursos económicos para hacer frente a la importante inversión de capital que esto significa.

## VI. La situación actual de la cartografía automatizada con respecto a los sistemas de información geográfica

Hablar de sistemas de información geográfica remite necesariamente a hablar de cartografía automatizada. La mayoría de las operaciones de un SIG implican el manejo de mapas; por ejemplo, la determinación espacial de los fenómenos o el análisis de la información geográfica para la determinación de regularidades espaciales.

Dado que los paquetes cartográficos en la actualidad tienden a incluir ciertas opciones de manipulación geográfica, tal y como lo realizan los SIG, existe la idea muy extendida de que dichos paquetes constituyen verdaderos sistemas de información geográfica. Esta idea se ha visto reforzada por la falta de formación teórica de los usuarios de los paquetes

y por las distorsiones de apreciación fomentadas por los distribuidores de *software* que, en busca de incrementar sus ventas, han creado falsas expectativas con respecto a la aplicabilidad y alcances de la paquetería que ofrecen. Es evidente que al hablar de cartografía automatizada se presenta una contradicción entre lo que la disciplina es en la actualidad y lo que debería ser si se consideran los fundamentos teóricos que la delimitan como ciencia.

Sin embargo, la cartografía automatizada y los SIG presentan actualmente diferencias fundamentales. Mientras que el objetivo de la cartografía automatizada contemporánea es el de producir imágenes gráficas que permitan al usuario obtener información del espacio geográfico a partir del análisis visual, el objetivo de los SIG, como instrumentos multidisciplinarios e integradores, es el de posibilitar la aplicación de técnicas de investigación geográfica para analizar y explicar integralmente el entorno geográfico analizado, y de allí generar imágenes cartográficas.

A pesar de que ambas tecnologías están basadas en el manejo de información geográficamente referenciada, es posible hablar de que se mantiene una cierta especialización. Adquirir tecnología SIG, con poderosas posibilidades de análisis y modelación espacial para la producción cartográfica, implicaría la subutilización del sistema y el consecuente despilbarro de recursos así como, en muchos casos, no implicaría la obtención de mapas de mayor calidad. Intentar aplicar los paquetes cartográficos para investigaciones geográficas complejas implicaría la obtención de resultados muy limitados.

Ahora bien, si se acepta que la cartografía busca la generación de un nuevo conocimiento geográfico a partir de las técnicas de modelación cartográfica, así como la comunicación de dicho conocimiento a partir de su representación gráfica, el papel de la cartografía automatizada será el de potencializar tales posibilidades de análisis y representación cartográfica mediante el auxilio de modernos sistemas de cómputo.

Es posible pensar que en el futuro los paquetes cartográficos constituirán verdaderos sistemas de información geográfica, con poderosas opciones de análisis de información geográfica y modelado espacial, que permitan a los investigadores relacionados con la geografía describir, explicar y predecir patrones y procesos espaciales. Los paquetes cartográficos deberán tender, además, a reforzar su papel comunicativo, mejorando y diversificando las herramientas de representación y edición cartográfica.

Un aspecto que queda por dilucidar es el referente a si los SIG deben, por su parte, buscar el desarrollo de dichas herramientas de representación y edición cartográfica. Si la respuesta es afirmativa entonces es posible pensar que en el futuro habrá una fusión de ambas disciplinas. La aparición en el mercado de algunos nuevos productos como el ARC-CAD, parecen apuntar en esta dirección.

### Comentario final

Estas contradicciones han marcado en buena medida el conocimiento y aplicación de la cartografía automatizada en el país y deben ser profundamente analizadas y discutidas. Su estudio repercutirá sobre los usuarios de paquetes cartográficos como contribución al mejor conocimiento de las limitaciones y alcances de este tipo de tecnologías y les permitirá contar con mejores criterios para la adecuada selección del *software* requerido. •

## BIBLIOGRAFÍA

- Berliant, A. M. (1986). *Problemas actuales de la cartografía y de la utilización de los mapas*. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana. La Habana.
- Candeau, R. D. (1993). *Fundamentos teóricos y aplicaciones del sistema automatizado de cartografía estadística para computadoras personales*. Tesis de doctorado en ciencias geográficas. Inédito. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Candeau, R. D. (1991). *Los Mapas: ¿modelos isomórficos u homomórficos de la realidad?* Inédito. Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba. La Habana.
- Franco, S. M. (1993). *Fundamentos de la cartografía automatizada*. Inédito. Facultad de Geografía, UAEM. Toluca.
- Salicilchev, K. A. (1983). *Cartographic communication: a theoretical survey*. *Graphic Communication and Design in Contemporary Cartography*. D.R. Fraser Taylor. John Wiley and Sons Editors. Vol. II. Colección: Progress in Contemporary Cartography.