

Soluciones geomáticas, una alternativa para la construcción del conocimiento geográfico

JOSÉ LUIS OLARTE QUIROZ

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Para satisfacer sus necesidades básicas, los primeros hombres localizaban lugares, definían recorridos, medían distancias y superficies, establecían posiciones relativas y tiempos. Para atender estas necesidades confeccionaban mapas como herramientas para ubicar su información, los cuales se constituyeron en sistemas de información geográfica en su expresión más básica.

Hoy, las cosas no han cambiado mucho. La toma de decisiones orientada a la obtención de satisfactorios se apoya en la aplicación de sistemas de información, con la gran diferencia que hacen los sistemas informáticos que permiten el procesamiento de grandes volúmenes de información generados a partir de fotografías aéreas, sistemas satelitales de navegación y satélites para la observación de la Tierra.

La tecnología informática permite mejorar los procesos relativos a los Sistemas de Información Geográfica (SIG),¹ así como sucede en muchos otros campos del conocimiento y de la actividad humana. Debemos tomar en cuenta que la informática no nos ha hecho más inteligentes, sólo ha incrementado nuestra capacidad de procesamiento de datos.

Ante esta gran disponibilidad de información, gracias a la innovación tecnológica, una ventaja competitiva de las organizaciones actuales estriba en su capacidad para recopilar, organizar, sistematizar e interpretar la información con la finalidad de tomar decisiones oportunas y sustentadas. En este orden de ideas, hoy existe una fuerte participación de la georreferencia de la información como sustento técnico para la toma de decisiones.

La evolución de la sociedad, entendida como una serie de transformaciones, depende de las condiciones sociales y de su entorno en un tiempo de-

terminado; dicha evolución define, a su vez, nuevas condiciones que influyen en la siguiente etapa. Así, es importante que quienes toman decisiones cuenten, en cada momento de cambio, con la información mínima suficiente que les permita planear en forma efectiva las actividades que consumen los recursos disponibles y que influyen en el curso del quehacer humano.

Esta constante evolución de la sociedad produce información que puede ser cuantificada y relacionada con hechos o sucesos inherentes a tal evolución. Es observable, además, que el comportamiento de esta información puede ser explicada en forma complementaria mediante el estudio de sus condiciones geográficas a través de su flora, fauna, hidrografía, orografía, suelo, etc. Es importante acotar que la ciencia geográfica actual estudia los fenómenos físicos, sociales y biológicos, a través del análisis de su distribución y comportamiento sobre la superficie terrestre, así como de sus relaciones e interacciones.

Desde un punto de vista sistémico, la consideración del carácter espacio-temporal de la información (geoespacial) como elemento de estudio, estriba en el hecho de que los datos y las gráficas, si bien aportan elementos necesarios, no son suficientes para establecer las relaciones e interacciones entre los elementos de estudio, atendiendo a su localización en el espacio y en el tiempo. Por ello, se hizo necesario adoptar un concepto con perspectiva holística: la *geomática*, entendida como una conjunción y operación sistémica de los procesos orientados a la integración, sistematización y aplicación de información geoespacial, a través del uso de tecnologías de la información, principalmente la informática y las telecomunicaciones.



La geomática, como ciencia emergente, ha favorecido el desarrollo de disciplinas como la estadística espacial, también denominada geoestadística, cuyo objeto es el establecimiento de tendencias de observaciones estadísticas en razón de la referencia espacio-tiempo, además de las tendencias determinadas por los análisis numéricos tradicionales.

En este contexto geomático, quienes toman decisiones en esta era de la información y el conocimiento forman parte de un gran espectro, que va desde el estudiante que quiere planear un recorrido ecoturístico como ejercicio vacacional, hasta el ejecutivo responsable del ordenamiento territorial de un país, pasando por aquellos que requieren de la simple localización de algún sitio de interés, como por quienes se encargan de planear la distribución de bienes y servicios. Desde esta perspectiva, la geomática agrega valor a un dato numérico, al dotarle de presencia sobre la superficie terrestre en un tiempo determinado, lo cual lo hace “visible” y, por tanto, sujeto de un análisis espacio-temporal. No obstante, la simple “visibilidad” le otorga la categoría de ser reconocido, y en consecuencia aplicado por una mayor cantidad de usuarios. Así, la geomática concretiza una abstracción numérica al otorgarle al dato una identidad que lo hace diferente del resto de las observaciones de su misma especie, promoviendo el estudio y análisis de fenómenos cuya distribución en el tiempo y el espacio es determinante para su comprensión.

El usuario de hoy demanda información geoespacial actual y oportuna, almacenada en una base de datos y disponible a través del acceso a un sistema automatizado de información local o web, que en conjunto brinde elementos de juicio para una adecuada toma de decisiones; tal es el sentido de una *solución geomática*, aplicación de un SIG que satisface un requerimiento específico, cuya atención requiere del estudio sistémico de la distribución y comportamiento de fenómenos físicos, sociales y biológicos que suceden sobre la superficie terrestre, con base en sus relaciones e interacciones. El estudio referido es sistémico porque toma en cuenta la interdependencia entre los fenómenos, mediante una relación causa-efecto, con la finalidad de explicar comportamientos a través de nuevos paradigmas. La solución geomática es producto de la operación de los procesos de integración, sistematización y aplicación de información geoespacial.

Una solución geomática debe generar un modelo² o un conjunto de modelos que den cuenta de una caracterización para resolver requerimientos específicos; provee información cuantitativa y cualitativa; en resumen, proporciona al usuario los elementos necesarios y suficientes para una toma de decisiones efectiva en torno al requerimiento planteado. Para ello, el proceso de construcción de la solución geomática requiere recursos tales como conceptos, modelos, estructuras, normas, datos con referencias geográficas, información geoespacial y conocimiento geográfico; en tanto, el resultado está constituido por tablas alfanuméricas, archivos de texto, imágenes, gráficas, cartografía, videos, archivos vectoriales. El SIG juega un papel preponderante en la construcción de la solución a través de la aplicación de sus herramientas de análisis estadístico y espacial, así como en la presentación de resultados.

En cuanto a su construcción, desde las etapas tempranas de una solución geomática, es necesaria la participación de todos los interesados: usuarios, clientes, productores de información, analistas, integradores y tomadores de decisiones, los cuales, por su formación, pueden pertenecer a distintas áreas del conocimiento; la selección dependerá de los requerimientos definidos, los cuales habrán de ser atendidos en tiempo y forma para lograr que la solución geomática cumpla con su objetivo.

Una solución geomática es resultado de un proceso evolutivo que inicia con la identificación de *hechos reales* a través de sus propiedades, los cuales son modelados como *entidades* mediante una clasificación taxonómica preestablecida; ello da lugar a su modelación en forma de *objetos*, atendiendo a una metodología orientada, lo cual sirve de estructura lógica previa al diseño y construcción de la base de datos correspondiente, en la que cobran forma de datos georreferenciados, y cuya principal característica es su localización con base en el marco de referencia espacial y temporal.

La siguiente etapa queda determinada por la definición de relaciones entre los datos georreferenciados, lo que los convierte en *información geoespacial*. Posteriormente, la identificación de sus interacciones promueve la gestación de *conocimiento geográfico*, cuya aplicación da lugar, finalmente, a la construcción de *soluciones geomáticas*.

Los avances mundiales en materia de SIG han sido tan vertiginosos como la misma evolución de



las tecnologías de la información y comunicación, de tal forma que en un futuro cercano, gracias a su estrecha relación, dejarán de lado los esquemas integradores para convertirse en sistemas colaborativos, tendientes a conformar sistemas de sistemas. Con esta visión, en beneficio de las soluciones geomáticas, se ha diseñado y desarrollado el concepto denominado *Centro de Colaboración Geoespacial*, cuyo objetivo es promover y facilitar la generación y disposición de conocimiento geográfico, y el diseño y construcción de soluciones geomáticas para la sociedad, la empresa y el gobierno, orientadas hacia la toma de decisiones técnicamente sustentadas.

El INEGI, como promotor del concepto de soluciones geomáticas, ha diseñado y construido soluciones a solicitud expresa de diversas organizaciones, como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Secretaría de Turismo, el Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa, el Centro Nacional de Prevención de Desastres y el Instituto Federal Electoral, entre otras.

Secretaría de Energía: estudio de caso

Buscando apoyar a zonas marginadas rurales, la Secretaría de Energía diseñó esquemas para dotar de electricidad a estas poblaciones a través del aprovechamiento de la energía solar. Con esta finalidad el INEGI apoyó a la Secretaría en identificar geoespacialmente las comunidades del país que cumplieran las siguientes condiciones: 1) estar en municipios de alta y muy alta marginación; 2) contar con 40% o más hablantes de alguna lengua indígena; 3) tener una población igual o superior a 100 habitantes, y 4) disponer de energía eléctrica en menos de 10% de las viviendas.

La primera condición fue atendida con base en los datos del Consejo Nacional de Población, en tanto que para las tres restantes se utilizó información derivada del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.

Como resultado del análisis espacial y estadístico se obtuvo que de las casi 200 mil localidades existentes en el país, según el XII Censo General de Población y Vivienda, 2000, sólo 1 691 cumplían con las cuatro condiciones en forma simultánea.

En complemento al requerimiento inicial, se solicitó la identificación de aquellas comunidades

que se encontraran en un radio de 10 kilómetros a partir de las ya identificadas, no obstante que no cumplieran con las condiciones preestablecidas; ello con fines de evaluar la redistribución energética a través de cableado, a partir de esas 1 691 comunidades, hacia otras también necesitadas. Como resultado, se obtuvo que un total de 24 014 comunidades podrían verse beneficiadas con el proyecto emprendido por la Secretaría de Energía.

Por supuesto, todos los resultados obtenidos tienen un carácter geoespacial, de tal forma que es posible observar, mediante un *software*, la distribución y el comportamiento de las comunidades implicadas, en un contexto tanto nacional como regional, estatal y municipal, así como su relación e interacción con elementos naturales, culturales y sociales, de tal forma que aporta elementos al combinarse con información geográfica complementaria para tomar decisiones sobre la selección de rutas para la distribución de materiales, la ubicación de colectores solares, la elección de centros de abastecimiento, la identificación de recursos naturales disponibles, los estudios de temperatura, el cálculo de cableado eléctrico y de capacidades eléctricas, entre otras.

Esta solución geomática se entregó a la Secretaría de Energía a través de un sistema de información denominado IRIS,³ desarrollado por el INEGI, cuyo objetivo es promover y facilitar el uso, análisis, interpretación e integración de la información geográfica y estadística nacional, que contribuya al conocimiento y estudio de las características del territorio.

A manera de conclusión podemos decir que hoy la construcción de soluciones geomáticas tiene un carácter diverso, atendiendo a condiciones sociales, naturales, culturales, económicas, políticas y religiosas. Mientras que en unas regiones del mundo se aplican en pro de la conservación de recursos, en otras se orientan hacia la explotación de los mismos; pero en ambos casos con el mismo fin: la toma de decisiones oportunas y sustentadas.

Por otro lado, el desarrollo de los SIG ha sido tan vertiginoso que ahora no sólo son capaces de brindar elementos de estudio y entendimiento de los hechos sociales, biológicos y físicos que suceden en alguna región del mundo, sino que permiten dar cuenta de su distribución y comportamiento en el espacio y en el tiempo, lo cual deja entrever



un futuro cercano en el que la construcción de soluciones geomáticas hará del diseño de escenarios una herramienta para la prevención de acciones en torno a desastres naturales, el monitoreo del cambio climático global, el manejo integral de recursos y, en general, la planeación para el desarrollo sustentable y sostenible.

¹ Conjunto de personas, procedimientos y objetos geográficos que, con base en las tecnologías de la información, facilitan la administración, análisis y representa-

ción de los datos referenciados espacial y temporalmente para la gestación de conocimiento geográfico y la construcción de soluciones geomáticas (INEGI, 1997).

² Abstracción de la realidad que a la vez que facilita su comprensión, porque la representa de manera simplificada, muestra sus aspectos importantes; es una representación de una estructura idealizada que se supone análoga a la de un sistema real; exhibe relaciones entre variables de los fenómenos que intenta explicar y afirma que estas relaciones formales son semejantes a las que existen en la realidad (INEGI, 2002).

³ Información Referenciada geoespacialmente Integrada en un Sistema (IRIS).

