

Usuarios de los sistemas de información geográfica en México

ANTONIA SANTOS ROSAS
Universidad Nacional Autónoma de México

La información geográfica es requerida por todo tipo de personas. Así, tenemos sujetos que usan este tipo de información para fines meramente informativos, como sería para disipar una duda en ese momento, o para conocer la distancia que hay entre dos lugares (lo que le permitirá al individuo decidir desplazarse por determinada ruta o buscar la mejor). Como este ejemplo, se pueden mencionar muchos, pero no es el objetivo de este trabajo, ya que la información a la que nos referimos es a la necesidad de información que tiene el ser humano del conocimiento del territorio con fines investigación y obtención de información, como es el caso de las comunidades académicas que a través de la investigación, permiten al profesional analizarla e interpretarla.

Longhron¹ señala que *información geográfica* es un conjunto de datos espaciales y sus atributos, como objetos, características, eventos, aspectos físicos, sociales, etcétera, que pueden ser representados en dos, tres, cuatro dimensiones en un tiempo determinado; o en sistemas de referencia,

1 R. A. Longhron, *Geographic Information: Value, Pricing, Production, and Consumption*, p. 5.

como las coordenadas, es decir, basado en el lugar, lo que permite el análisis de relaciones entre las características del lugar y sus diferentes atributos.

Por lo anterior, McMaster² afirma que la información geográfica provee las bases para tomar decisiones, ya que permite ver el manejo de las tareas complejas, así como la predicción de las características del lugar, en donde cada dato es utilizado si éste se encuentra ubicado en un lugar. En fin, la información es usada para diversos fines.

Asimismo, el valor que cada sujeto da a la información varía dependiendo para qué la requiere. En este sentido, se dice que ésta es única ya que los fines que persigue cada individuo son diferentes, y los atributos que se encuentran en un lugar están ausentes en otro.

CARTOGRAFÍA

Asimismo, toda esta información geográfica debe estar plasmada en un soporte que guíe al usuario a ubicar ciertos lugares respecto a otros, así como de qué recursos se dispone. Por esta necesidad de información visual, ha requerido del apoyo del mapa, ya que, con sus diferentes signos convencionales como líneas, colores, sombras, permite visualizar el área de estudio y conocer los atributos que hay en un lugar determinado, como:

- La representación de fenómenos naturales: ríos, relieve, vegetación, tipo de suelo.
- La representación de asentamientos humanos, red vial, áreas verdes, etcétera.

2 R. B. McMaster y L. E. Utery (Eds.), *A Research Agenda for Geographic Information Science*, p. 17.

Al respecto, Jacques Bertin³ indica que la cartografía ofrece un lenguaje de entendimiento y comprensión internacional. La característica de lenguaje estandarizado hace que la cartografía sea útil a diferentes.

Con el desarrollo de la tecnología, surge la cartografía automatizada, que es el antecedente inmediato de los sistemas de información geográfica.

CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA

Con el surgimiento de las tecnologías de la información a finales del siglo XX, surge la primera visión del rol de la geografía automatizada.⁴

Así, el diccionario de términos cartográficos define cartografía automatizada como un conjunto de instrumentos orientados hacia la representación cartográfica de información espacial. De ahí que Gómez Escobar precise que sea considerada como una nueva vertiente de la cartografía, porque retoma las bases teóricas, metodológicas y técnicas para la elaboración.

Entre las ventajas de la cartografía automatizada, se mencionan las siguientes:

- Generación de mapas de acuerdo con los requisitos del usuario.
- Producción repetida e instantánea de mapas.
- Facilidad en la utilización de la información.
- Agilización en los procesos preparatorios para la edición cartográfica.
- Reducción de tiempo y recursos humanos.

3 J. Bertin, *Graphics and Graphic Information- Processing*, pp. 154-167.

4 G. Buzai, *La exploración geodigital*, p. 21.

Comunidades de usuarios, necesidades de información...

- Uso de bancos de datos geográficos para utilizarse en diverso mapas al mismo tiempo.

Una gran desventaja de la cartografía automatizada es que:

- Los bancos de datos cartográficos son operados y manejados en dependencia de necesidades concretas de los usuarios.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La cartografía automatizada es el antecedente inmediato de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los SIG fueron ampliamente aceptados por diferentes comunidades dada la precisión con que representan las estructuras espaciales, ya que se pueden relacionar los diferentes atributos y simularlos en estructuras correlacionadas. Por ello, para su elaboración, tuvo gran influencia la Primera Ley de la Geografía.

La Primera Ley de la Geografía (TFL) es postulada por Waldo Tobler⁵ en 1970, quien señaló que “[...] todo está relacionado con todo, pero las cosas cercanas están más relacionadas entre sí que las cosas lejanas”. Este principio es la base de los sistemas de información geográfica científica; es lo que permite, en este caso al investigador, ver y analizar la conducta de lo cercano y lo relacionado, ya que, por lo que menciona esta ley, un SIG captura las características de dependencia espacial definiendo las características de estructuras espaciales.

5 *Encyclopedia of Human Geography*, p. 494.

Entonces, como lo menciona Sui, “[...] fue muy ambicioso definir la Primera Ley de la Geografía”,⁶ y me atrevería a decir que muy acertada, debido a que los eventos naturales se dan en un espacio geográfico en donde todo está relacionado y la alteración de alguno de estos componentes afecta a todo el sistema en su conjunto; asimismo, conocer el grado en que ésta afecta o beneficia una o varias variables, es lo que permite al investigador, en este caso, analizar el territorio o escenario desde varios aspectos. Ésta es una de las razones por lo que los SIG fueron aceptados por diferentes comunidades científicas, ya que van más allá de elaborar cartografía de gran resolución. Como lo demuestran los Sistemas de Información Geográfica, por medio de ellos nos podemos plantear diferentes escenarios, de tal manera que se pueda tomar la mejor decisión para resolver algún problema que afecta al mundo real.

Los SIG se desarrollaron en los años sesenta, como respuesta a las crecientes necesidades de información sobre el territorio. Canadá resultó un país pionero en el nacimiento de estos programas; en “[...] 1962 Tomlinson (geógrafo) trabajó de manera conjunta con el gobierno de Canadá el primer inventario forestal de los recursos naturales de ese país y como resultado de ese esfuerzo se desarrolló el primer GIS computarizado, llamado también ‘Canada Geographic Information System (CGIS)’”.⁷ Debido a esta gran aportación, se considera a este personaje el “Padre de los GIS.”⁸

El segundo SIG en importancia se dio a finales de los setenta, y fue desarrollado en Estados Unidos para el censo

6 D. Z. Sui, “Tobler’s First Law of Geography: A Big Idea for Small World?”, p. 269.

7 Longley, cit. en P. J. A. Quintero, “Definición y origen de los Sistemas de Información Geográfica”, p. 119.

8 L. Greiner, “Putting Canada on the Map. The Globe and Mail” [en línea], <http://www.theglobeandmail.com/technology/putting-canada-on-the-map/article10921021>

de población de 1970, donde se diseñó el programa Dual Independent Map Encoding (DIME), para crear archivos digitales de las calles que soportaran referencia automática y agregar los registros del censo de población utilizando el nombre de la calle, el número y la ciudad.⁹

Después de éstos, comenzaron a surgir Sistemas de Información Geográfica en otras partes del mundo, los cuales se consolidaron en los años setenta.

En esa época, surgieron los primeros planes de estudio universitarios sobre dicha tecnología, así como algunas empresas dedicadas a su desarrollo y explotación, mientras crecía el interés de agencias oficiales en sus distintas aplicaciones.

En década de los ochenta, la utilización de los SIG se reflejó en varias áreas del conocimiento, “destacando los especialistas de Ciencias de la Tierra.”¹⁰ Actualmente se ha extendido a diversas disciplinas del área de las ciencias sociales.

DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Gracias a los avances tecnológicos que han tenido gran influencia en el desarrollo de las ciencias por facilitar los métodos de integración y de análisis de datos, los SIG han representado gran progreso en las ciencias ya que ha encontrado en ellos un gran apoyo que ha facilitado el desarrollo, cada vez más extendido, de este tipo de aplicaciones en las que en esencia se analiza información multitemática georreferenciada.

⁹ Longley, cit. en P. J. A. Quintero, *Op. cit.*, p. 119.

¹⁰ A. I. Alcántara, “Los sistemas de información geográfica en la prevención de desastres: realidades y perspectivas”, p. 159.

A continuación se mencionaran algunas definiciones de SIG:

- Maguire¹¹ en su definición indica que “[...] es representado como una serie de características geográficas definidas acorde con dos elementos. El geográfico (de localización), el elemento usado para proporcionar la referencia del atributo (llamado estadístico no de localización)”.
- Quintero¹² lo define como “[...] una herramienta de análisis espacial para resolver problemas por medio de modelos que permiten encontrar patrones y entender cuáles son los eventos que dan origen a los fenómenos que se estudian.”
- Albert¹³ señala que “[...] puede ser considerado como un sistema computarizado diseñado para la entrada, almacenamiento, representación, manejo y análisis de grandes volúmenes de datos referenciados espacialmente.”

Como se puede apreciar en las definiciones anteriores, todas apuntan que es un sistema de información (herramienta) en donde se puede almacenar grandes volúmenes de información que incluye datos espaciales y no espaciales, los cuales nos permiten observar las características del lugar, así como su distribución de una porción de la Tierra; de ahí que se le nombre como información georreferenciada. Asimismo, toda esa información permite al investigador conocer los diferentes patrones de comportamiento al poder realizar diferentes cruces de variables y visualizar en un

11 D. J. Maguire, “An Overview and Definition of Gis”, p. 11.

12 P. J. A. Quintero, *Op. cit.*, p. 118.

13 T. M. Albert, cit en B. J. López, “Sistemas de Información Geográfica (SIG): conceptos, definiciones y contexto metodológico que involucra su uso”, p. 16.

sistema de información geográfica el comportamiento con las diferentes variables.

Por lo anterior se afirma que los Sistemas de Información Geográfica, a través de su análisis espacial, permiten al investigador desglosar los componentes y conocer las causas y consecuencias, que sólo a través del estudio de sus partes permite entender todo el fenómeno en su conjunto.

Por lo mismo, se espera que, cuando el sujeto investiga, la información obtenida sea la que deba ser capturada, por lo que debe ser lo más completa posible al permitir que, por medio un SIG, se visualicen las características del lugar con la información que el sujeto necesita en un momento dado para la investigación que se esté llevando a cabo.

Como indica López Blanco,¹⁴ “[...] la utilidad de un SIG es más clara conforme las bases de datos crecen en extensión, sobre todo cuando se manejan y analizan multitud de datos referidos geográficamente y en los que inciden gran cantidad de factores”.

En cuanto al contenido, rebasa información en formato impreso ya que comprende mapas y cartas impresas, información digital existente, información de campo e información obtenida a partir de teledetección, sensores remotos, tales como fotografías aéreas, imágenes de satélite, imágenes de radar, registro de coordenadas a partir de sistemas de posicionamiento.¹⁵

14 B. J. López, *Ibíd.*, p. 29..

15 L. Luna González, *Los Sistemas de Información Geográfica. Una alternativa para el análisis socioespacial de los accidentes de tránsito en carretera. Propuesta metodológica*, p. 34.

De acuerdo con diferentes autores como Aronoff,¹⁶ Burrough y¹⁷ Maguire,¹⁸ un SIG debe ser capaz de responder a ciertas preguntas referentes al fenómeno estudiado (*Tabla 1*).

Tabla 1.
Preguntas básicas que pueden ser investigadas usadas en un SIG¹⁹

1	Localización	¿Qué hay en...?.
2	Condición	¿Dónde está...?.
3	Tendencia	¿Cuánto ha cambiado desde...?.
4	Ruta	¿Cuál es el mejor camino a...?.
5	Patrones	¿Qué patrones espaciales existen...?.
6	Escenarios	¿Qué sucede si...?.

- **Localización.** Esta consulta en la base proporciona respuestas que permiten determinar las características que se producen en un lugar. López Blanco²⁰ asegura que esta pregunta se refiere a ¿qué está en...? Es decir, ¿qué clase de objetos o hechos están o suceden en el territorio que se analiza?
- **Condición.** Esta pregunta se refiere al principio de localización geográfica, es decir, de acuerdo a las características que presentan ciertos objetos o hechos, determinar las porciones de territorio que cumplen con una condición específica o una propiedad definida para que se dé determinado atributo, como por ejemplo el tipo de vegetación.
- **Tendencia.** Esta pregunta responde a los cambios que han ocurrido con el tiempo. Para ello, es necesario tener por lo menos registros de información en dos mo-

16 S. Aronoff, *Geographic Information Systems. A management Perspective*.

17 P. Burrough, *Principles of Geographical Information Systems form Land Resources Assessment*.

18 D. L. Maguire, *Op. cit.*, p. 16.

19 Rhind, cit. en *Ibíd.*, p. 16.

20 B. J. López, *Op. cit.*, p. 22.

mentos diferentes del fenómeno, para así poder establecer una tendencia de la dinámica del objeto o hecho estudiado.

- *Ruta*. Esta pregunta requiere calcular cuál es la mejor ruta entre lugares (rápida, corta, el mejor escenario, entre otros). López Blanco indica que se refiere a la solución del problema. Para ello, se tiene que considerar el concepto de red geográfica, ya que los objetos o hechos se encuentran relacionados y la alteración de algunos de sus elementos altera el ambiente.
- *Patrones*. Esta pregunta permite a los científicos describir y comparar la distribución del fenómeno para entender los procesos con que cuenta para su distribución espacial, y a partir de esto entender los procesos que están involucrados en la distribución.
- *Escenario*. Esta pregunta permite ver diferentes escenarios para ser evaluados. López Blanco menciona que se describe como una representación formal de un fenómeno, partiendo de determinar la importancia de las variables para que se presente un proceso específico; asimismo agrega otra manera de dar respuesta al fenómeno estudiado con base en la construcción de escenarios geográficos. Este procedimiento consiste en generar mapas de las condiciones futuras que se presentarán, con base en la determinación de tendencias de algunas de las variables.

Usuarios

Para los sistemas de información, el usuario es cualquier persona que precise o utilice un sistema de proceso de datos.²¹ Y éste se entiende como la persona, física o moral,

21 *Gran Diccionario Enciclopédico Espasa. España Espasa Calpe.*

que tiene alguna necesidad de información sobre algún asunto específico, la cual es necesario satisfacer a través de un sistema computarizado.

Asimismo, a menudo decimos no hay bibliotecas si no hay usuarios, por lo que este individuo es la razón de ser de todas las actividades que se llevan a cabo en ese ámbito, ya que al contar con la información adecuada, debidamente organizada, permitirá un fácil acceso a él. Y lo mismo sucede con los SIG: éstos persiguen la recuperación de información por parte de los usuarios que los utilizan.

Entonces, para conocer cuáles son los usuarios de los SIG, es preciso saber cuáles son las instituciones que hacen uso de tales sistemas de información.

Existen instituciones tanto públicas como privadas que hacen uso de esta tecnología, entre las que se mencionan:

- Los institutos de investigación científica y algunas facultades pertenecientes las universidades públicas, y en algunos casos a las universidades privadas. En este ámbito, se han aplicado particularmente en áreas relacionadas con los inventarios de recursos naturales.
- En algunos centros universitarios relacionados con la enseñanza de las ciencias de la Tierra, ecología, tanto relacionados con aspectos físicos como ambientales, asimismo se han implementado en los planes de estudio como son diplomados de geomática y de cartografía automatizada, destacando los institutos de Geografía, Ecología e Ingeniería en la UNAM, la Facultad de Geografía en la UAEM, la licenciatura de Geografía Humana de la UAM-I.
- Los SIG se han aplicado en las entidades gubernamentales que cumplen funciones de servicio, como es el caso del INEGI, que con esta tecnología ha generado gran

producción cartográfica en formato digital de todo el país, como por ejemplo la elaboración de la cartografía de uso de suelo y vegetación a escala de 1:250 000 compuestos en color e imágenes de satélite georreferenciados y editados cartográficamente (espaciomaps).

- Asimismo, existen otras instituciones y usuarios que solamente han usado los SIG para elaborar cartografía, lo que refleja que estos sistemas son subutilizados.
- Organismos descentralizados, como Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Instituto Mexicano del Transporte, Instituto Mexicano del Petróleo

No se tiene el dato de todos los SIG que existen, ya que hay dependencias, principalmente de instituciones privadas, que no permiten el acceso al público, por consideran esta información de carácter privado.

A continuación, se mencionan algunos ejemplos de SIG que se han desarrollado en México:

- UNIGEO. Unidad de Información Geospacial desarrollado en el Instituto de Geografía dentro de la UNAM. Este sistema se desarrolló para dar acceso al acervo cartográfico de colecciones nacionales e internacionales que albergan las diferentes dependencias de la UNAM.²²
- GEOINFORMACIÓN. Es una sección de consulta y disposición de cartografía temática e imágenes de satélite, de uso interno de la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO).²³
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Contiene cartografía de las diferentes áreas protegidas de México.²⁴

22 <http://www.unigeo.igeograf.unam.mx>.

23 http://www.conabio.gob.mx/información/geo_español/

24 <http://www.conanp.gob.mx/sig>

- OEGT. Insumos para el Ordenamiento Ecológico General. Este sistema reúne las bases de datos del Instituto Nacional de Ecología (INE), y se pone a disposición de los responsables e interesados en la planeación territorial para apoyar su tarea. La información está organizada en cinco temas: medio físico, medio biótico, medio social, medio económico y estudios regionales.²⁵

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, A. I., “Los sistemas de información geográfica en la prevención de desastres: realidades y perspectivas” (pp. 149-164), en G. R. Aguirre (coord.), *Conceptos de geomática y estudios de caso en México*, México, UNAM / Instituto de Geografía, 2009.
- Bertin, J., *Graphics and Graphic Information- Processing*, New York, Walter de Gruyter & Co, 1981.
- Buzai, G. D., *La exploración geodigital*, Buenos Aires, Lugar Editorial, 2000.
- Chuvieco, E., *Fundamentos de teledetección espacial*, Madrid, Ediciones Rialp, 1990.
- Davis, B., *Geographic Information Systems: a Visual Approach*, Santa Fe, ONWORD PRESS, 1996.
- Demers, M. N., *Fundamentals of Geographic Information Systems* [Estados Unidos], John Wiley & Sons, 2005.
- Dobson, J. E., “Automated Geography”, *The Professional Geographer*, 35(2), 1983, pp. 135-1431.
- Encyclopedia of Human Geography*, Ed. Barney Warf, SAGE Publications, London, 2006.

25 <http://www.ine.gob.mx/index.html>

Comunidades de usuarios, necesidades de información...

- Glosario de términos cartográficos y fotogramétricos*, México, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 1986.
- Gómez Escobar, M. C., *Métodos y técnicas de la cartografía temática*, México, UNAM / Instituto de Geografía, 2004.
- Greiner Lynn, "Putting Canada on the Map. The Globe and Mail", 2009 [en línea], <http://www.theglobeandmail.com/technology/putting-canada-on-the-map/article1092101/>
- Kraak, M. J. y Ormeling, F., *Cartography: Visualization of Spatial Data*, New York, The Guilford Press, 1996.
- Longhorn, R. y Blakemore, M., *Geographic Information: Value, Pricing, Production, and Consumption*, Boca Raton, Taylor & Francis, 2008.
- López, B. J., "Sistemas de Información Geográfica (SIG): conceptos, definiciones y contexto metodológico que involucra su uso", *Quivera*, año 1, núm. 0, julio. 27, 1998.
- López, B. J., *Sistemas de información geográfica en estudios de geomorfología ambiental y recursos naturales*, México, UNAM / Facultad de Filosofía y Letras, 2005.
- Luna González, L., *Los Sistemas de Información Geográfica: una alternativa para el análisis socioespacial de los accidentes de tránsito en carretera. Propuesta metodológica* (Tesis de Maestría en Geografía), México, UNAM / Facultad de Filosofía y Letras, 1997.
- Maguire, D. J., "An overview and Definition of Gis" (pp. 9-20), en David J. Maguire, Michael F. Goodchild, and David W. Rhind (Eds.), *Geographical information Systems: Principles and applications*, V. 1 [Great Britain], Longman Scientific & Technical, 1991.
- Mendieta Ocampo, J. A. y Valencia Céspedes, R. E., *Cartografía básica aplicada*, Manizales, Universidad de Caldas, 2005.

Usuarios de los sistemas de información geográfica en México

- Moncada Maya, J. O., *El nacimiento de una disciplina. La geografía en México (siglos XVI a XIX)*, México, UNAM / Instituto de Geografía. 2003.
- Peña, Ll. J., *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. Entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales. Teoría general y práctica para ESRI ArcGIS9* [España], Editorial Club Universitario, 2009.
- Quintero, P. J. A., “Definición y origen de los Sistemas de Información Geográfica” (pp. 115-117), en G. R. Aguirre, *Conceptos de geomática y estudios de caso en México*, México, UNAM / Instituto de Geografía, 2009.
- Sui, D. Z., “Tobler’s First Law of Geography: A Big Idea for Small World?”, *Annals of the Association of American Geographers*, 94(2), 2004, pp. 269-277.
- Tamayo P. de Ham, L. M. O., *La geografía, arma científica para la defensa del territorio*, México, UNAM / Instituto de Geografía, Plaza y Valdés, 2001.
- Usery, Robert B. y Lynn E. (Eds.), *A Research Agenda for Geographic Information Science*, McMaster, Boca Raton, CRC Press. 2005.