

SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA E IMPACTO SOCIAL DE LA GEOGRAFIA

Jorge Alejandro QUINTELA FERNANDEZ*

RESUMEN: En este artículo se analiza el surgimiento de los Sistemas de Información Geográfica como el resultado de una revolución científico-técnica, más que como producto del desarrollo de la geografía. Se discuten los impactos de esta nueva tecnología sobre la geografía y la sociedad. **Palabras claves:** geografía, Sistemas de Información Geográfica, Revolución Científico-Técnica.

1. Introducción

La literatura geográfica, que tradicionalmente ha sido altamente introspectiva sobre los aspectos metodológicos, ha estado sospechosamente silenciosa sobre el impacto de los Sistemas de Información Geográfica (Chrisman, *et al*, 1989:781).

Esto es un hecho.

Sería un atrevimiento el pensar (como Dobson, 1993) que los Sistemas de Información Geográfica son sin duda el mayor agente de cambio en cuanto a las capacidades de respuesta de la geografía y que están "democratizando" el conocimiento y la práctica de esta ciencia?

Si de alguna forma tratásemos de estudiar la influencia de determinados eventos en el desarrollo de la geografía, habría que situar en un lugar muy especial a los Sistemas de Información Geográfica y más aún, que tener en cuenta su papel en el creciente impacto de las ciencias geográficas en la sociedad en general. Habría también que considerar la "aparición" de nuevas demandas que la sociedad exige de la geografía y preguntarse entonces: Están en general los geógrafos preparados para satisfacer estas demandas que esencialmente surgieron por la aparición de algo "externo" que ha motivado que "todos" (principalmente en países desarrollados) empiecen a hablar súbitamente de la geografía?

* Profesor Asistente, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba.

Sistemas de Información Geográfica e impacto social de la geografía

Teniendo en cuenta la resistencia que históricamente han tenido ciertas tendencias cuantitavistas (sobre todo en Latinoamérica y también en Cuba), se puede pensar que estamos ante el peligro de que otros profesionales (con una visión espacial deficiente) se ocupen de lo que un geógrafo debe hacer?

Indudablemente, esta es una cuestión muy polémica. Propongo analizarla a través del planteamiento de tres ideas principales:

1. Los Sistemas de Información Geográfica no surgen como un producto del desarrollo de las ciencias geográficas, sino como un resultado de la nueva Revolución Científico-Técnica. De esta forma se ponen al alcance de los geógrafos, o mejor dicho de los "usuarios" toda una colección de herramientas con las que se debe aprender a trabajar, y cuando esto se logra, no sólo se pueden solucionar los problemas más disímiles, sino que es posible alcanzar horizontes nunca antes explorados.
2. Teniendo en cuenta el planteamiento anterior, la geografía (en su sentido más amplio) no se encuentra aún preparada por completo para asimilar este nuevo reto, que si bien (por ahora) no implica una revisión de su sistema de conceptos y paradigmas, si requiere su incorporación activa sobre todo en instituciones académicas, donde se forman los nuevos profesionales, de los cuales la sociedad requiere respuestas tecnológicamente actualizadas.
3. Uno de los factores más importantes que pueden influir positivamente en la supervivencia de la geografía es la generalización del uso de los Sistemas de Información Geográfica y la participación activa de los geógrafos en su diseño.

2. Revolución Científico-Técnica e impacto de los Sistemas de Información Geográfica en la modificación del papel social de la geografía

"La Revolución Científico-Técnica es el proceso de la negación dialéctica en el proceso del desarrollo del conocimiento: el nivel cualitativamente nuevo del conocimiento incluye en sí los elementos positivos, racionales del nivel anterior; aquello de lo viejo que contiene los elementos de la verdad absoluta. La Revolución Científica es la interrupción del carácter gradual del desarrollo del conocimiento

científico, y por ello su naturaleza puede ser adecuadamente reproducida a través del prisma de las categorías filosóficas "continuidad y discontinuidad" (Núñez, 1989:196).

Para hablar de la evolución de la ciencia y del surgimiento de las revoluciones científicas, es necesario tener en cuenta la existencia de una gran diversidad de modelos del desarrollo del conocimiento científico, en cada uno de los cuales, desde diferentes posiciones se tratan de hacer prevalecer criterios muy diversos y contrapuestos.

Según Núñez (1989), la respuesta al problema sobre los criterios para delimitar los períodos evolutivos y revolucionarios en el desarrollo de la ciencia, presupone la existencia de una idea sobre la diferencia entre revolución y salto como formas de transición cualitativa en el desarrollo del conocimiento científico y como elementos que determinan la dialéctica de la continuidad y la discontinuidad en el desarrollo de los objetos.

Así, establece la presencia de dos períodos principales en el desarrollo de la ciencia como objeto: a) El período revolucionario, y b) el período evolutivo, en cada uno de los cuales se distinguen etapas de jerarquía inferior.

En nuestra época, la fusión de la ciencia con la técnica y la transformación de la ciencia en fuerza productiva inmediata, hacen inseparables las revoluciones científicas de las técnicas. La aparición de la computadora, la energía nuclear, y los descubrimientos en la biología molecular cambiaron por completo las concepciones acostumbradas del mundo y por supuesto revolucionaron el panorama científico-técnico a nivel planetario.

En el siguiente cuadro se aprecian algunos de los nuevos cambios tecnológicos de la llamada Tercera Revolución Industrial y su interrelación:

1. APARATOS INSTRUMENTALES	2. NUEVOS MATERIALES	3. COMPUTADORA	4. MEDIOS DE COMUNICACION	5. MAQUINAS AUTOMATIZADAS	6. TRANSPORTE ESPACIO	7. BIOLOGIA MOLECULAR Y BIOTECNOLOG.
<ul style="list-style-type: none"> - MICROSCOPIO ELECTRONICO - ESPECTROMETRO - RAYOS ULTRAVIOLET. - RAYOS INFRA-ROJO - RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR 	<ul style="list-style-type: none"> - SEMICONDUCTOR - SILICIO - POLIMEROS - CATALIZADORES - CERAMICAS - FIBRAS - GRAFITO - SUPERALEACION 	<ul style="list-style-type: none"> - TRANSISTOR - COMPUTADORA - CHIP - INTELIGENCIA ARTIFICIAL 	<ul style="list-style-type: none"> - SATELITES - TELEMATICA 	<ul style="list-style-type: none"> - MAQUINAS HERRAMIENTA 	<ul style="list-style-type: none"> - COHETES - TRANSBORDADOR - ESTACIONES ESPACIALES 	<ul style="list-style-type: none"> - CLONACION - INGENIERIA GEN. - CULTIVO DE TEJIDOS - ING DE ENZIMAS - NUEVOS PROCESOS DE FERMENTACION

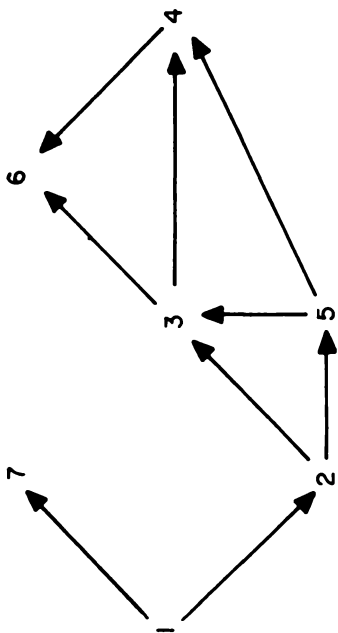


TABLA I. LA TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL

Fuente: René Villareal, México 2010. De la industrialización tardía a la reestructuración industrial, Ed. Diana, 1988, p. 58.
 Tomado de: Auping, J. Entre Socialismo y Neoliberalismo. Una alternativa para América Latina. Ed. IPE. México, 1992, p. 21.

En la primera de las ideas que se plantean al inicio de este trabajo, y que constituyen de hecho su hilo conductor, se identifica a los Sistemas de Información Geográfica como productos de la Revolución Científico-Técnica moderna, ahora podemos preguntarnos: En qué consisten estos sistemas?.

Tecnológicamente hablando, pueden considerarse como un híbrido, como un producto que surge al mezclar un conjunto de elementos, que por separado pueden tener una vida propia e independiente.

A nivel mundial no existe una definición única, algunas de las más reconocidas son las siguientes:

"Es un sistema de Hardware, Software y procedimientos, diseñado para soportar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis, el modelado y el despliegue de datos espacialmente referenciados (georreferenciados), para la solución de los problemas complejos del manejo y planeamiento territorial" (Rhind, David. 1989).

"Los Sistemas de Información Geográfica son sistemas computarizados que consisten en un conjunto de herramientas para la captura, el almacenamiento y análisis de la información acerca de atributos en donde la localización y las relaciones espaciales juegan un papel principal. Los SIG permiten contestar qué es, cuánto es, con qué se relaciona y dónde está un objeto" (Burrough, 1991).

"Un Sistema de Información Geográfica es un sistema computarizado que provee los siguientes cuatro conjuntos de capacidades para manipular datos georreferenciados (Aronoff, 1989):

1. Entrada
2. Manejo de datos (almacenamiento y recuperación)
3. Manipulación y análisis
4. Salida"

Sistemas de Información Geográfica e impacto social de la geografía

Actualmente se reconoce la existencia de diversos antecedentes (de variada naturaleza) de los S.I.G, entre los más importantes podemos citar:

- El desarrollo de los sistemas de gestión de base de datos (espaciales o no).
- El desarrollo de los sistemas CAD/CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) y en general de la cartografía automatizada.
- El desarrollo de la tecnología de los sensores remotos y de la interpretación digital de sus resultados.
- La necesidad de la automatización del análisis espacial aplicado hacia objetivos diversos.

El elemento distintivo de este tipo de sistema, es su elevada capacidad para facilitar el análisis espacial (en esto se diferencia radicalmente de los sistemas CAD/CAM).

Para demostrar de manera sencilla lo planteado hasta ahora veamos de manera sencilla solamente algunas posibilidades que un SIG puede brindar, relacionadas con el análisis espacial:

- a) Facilidades para la entrada, el almacenamiento, la recuperación y la gestión de información en formato vectorial. Mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica es posible (a través de periféricos especiales, como las tabletas digitalizadoras) introducir la información contenida en mapas que posteriormente podrá ser gestionada en su formato de entrada o llevada a formato raster (esta es la única vía para la mayoría de los sistemas, de poder realizar análisis espacial).
- b) El procesamiento digital de imágenes. Mediante la automatización de este tipo de algoritmos es posible, además de otras muchas otras cosas, por ejemplo, identificar en una fotografía un determinado tipo de vegetación (patrón) y llevar a cabo su reconocimiento en todo el territorio; de esta forma podemos obtener posteriormente un mapa en el cual se reflejen las áreas de distribución de las especies en cuestión. Dentro de este tipo de

procedimientos, la mayoría de los sistemas brinda la posibilidad de trabajar con una amplia gama de filtros que nos permiten mejorar las imágenes y resaltar, o suavizar la presencia de elementos de diverso tipo (lineales, puntuales, etc.).

- c) Facilidades para el cruzamiento de mapas, el trabajo con operadores lógicos, relacionales, aritméticos, condicionales, etc., necesarios para el análisis espacial y la obtención de nuevos mapas que surgen como producto del trabajo con los mapas e imágenes existentes.
- d) Presencia de programas de interpolación a partir de líneas o puntos, y de bloques para el modelamiento espacial, que permiten, al combinarse, la obtención de modelos tridimensionales, modelos sombreados, mapas de inclinación de las pendientes, etc., todos generados a partir de los Modelos Digitales de Elevación (MDE). Los MDE pueden constituir la información de entrada de sistemas que nos permiten hasta "diseñar" escenarios virtuales a partir del uso de la geometría fractal en la llamada "Realidad Virtual".

Todos estos adelantos puestos en función del análisis espacial vinculado con la tarea de la toma de decisiones a distintos niveles, hacen que a través de los SIG, la geografía incremente su papel en la sociedad, a partir de un aumento de la demanda de tareas que numerosas entidades requieren para el cumplimiento de sus objetivos.

Hoy es común ver principalmente en países desarrollados como el catastro de las ciudades (incluyendo la entrega de títulos y registros legales) se lleva a cabo de forma automatizada a través de los SIG, como se planifican y controlan redes de servicio como el teléfono, la electricidad, el agua, el gas, los alcantarillados y hasta la recogida de residuos, además de la realización de investigaciones vinculadas con la planificación comercial, la determinación de rutas de transporte, la evaluación de riesgos y emergencias y los estudios de impacto ambiental.

La asimilación de los SIG ha llegado hasta un punto tal (y esto de ninguna forma constituye un ejemplo socialmente positivo, en eso en parte Neil Smith, 1992, está en lo cierto) que la operación "Escudo del Desierto" que desplegó E.E.U.U contra IRAQ en 1991 (conocida en Cuba y en otros países como la Guerra del Golfo), se planificó y se

Sistemas de Información Geográfica e impacto social de la geografía

controló a partir del uso de los SIG vinculados ya en tiempo real con estaciones satelitarias.

Para demostrar todo esto, basta mencionar algunas entidades a nivel mundial que utilizan ARC/INFO, para muchos el líder tecnológico de los SIG (tomado de material editado por distribuidores de ARC/INFO en México):

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO.
2. Agencia Nacional de la Aeronáutica y el Espacio, NASA, Estados Unidos.
3. Instituto de Estudios Geológicos, Japón.
4. Compañías petroleras: EXXON, Arc Oil & Gas, British Petroleum Co., ESSO Petroleum, Texaco, Petroleum Information, Shell Oil Co., Standard Oil Production Co.
5. Instituto de Investigación Mitsubishi. Japón.
6. Comisión Federal Electoral, México.
7. Instituto Central de Cartografía Digital. India.
8. Gobiernos de las Ciudades de Nueva York, Hawaii, Oslo, Frankfurt, Andalucía, Bogotá, Tel Aviv, París, Nairobi, Madrid.
9. Departamento de Fuerza Aérea, Armada, Minas, Agricultura, Censo, Comercio, etc. Estados Unidos.
10. Universidades de: México, Australia, Berna, Roma, Zurich, California, Holanda, Singapur, Suecia, entre otras.

Ahora volvemos a preguntarnos: Estamos los geógrafos, (a nivel mundial y por supuesto en Cuba) preparados totalmente para esto?. Evidentemente no, y la responsabilidad no es de los Geógrafos ni de las universidades. La causa principal pudiera asociarse con el desfase aún existente en el geométrico progreso tecnológico y el desarrollo sobre todo a nivel académico de las ciencias geográficas.

Está claro que este desfase es menos notable en países con alto desarrollo, en los cuales hay más acceso, desde todos los puntos de vista, a la tecnología. Pero lo real es que este proceso en la actualidad (incentivado por el mercado) tiene unas dimensiones de tal naturaleza que en ocasiones, aún los usuarios más experimentados están al acecho de qué sistema va a aparecer próximamente que cumpla las funciones que no realizan los que ya se conocen. Esto pudiera verse como algo natural, pero antes debemos por lo menos tratar de determinar hasta qué punto hemos sido capaces de explotar los sistemas que ya poseemos, que ya sabemos utilizar. Este punto es muy importante, pues puede situar al geógrafo a la altura de lo que puede "prometer" la tecnología y así de alguna manera esta última pudiera ser moldeada o "determinada" (aunque no totalmente, lo cual sería una locura) por los geógrafos que a pesar de todo y por mucho, son los profesionales más capacitados para llevar a cabo esta tarea.

3. Análisis de la situación en Cuba

En Cuba, un país del llamado "Tercer Mundo" pero con características muy especiales que han promovido, entre muchas otras cosas, la formación de una gran cantidad de profesionales de muy variadas ramas, la situación que tratamos se comporta también de un modo muy especial.

Analicemos esto de forma breve a través de los siguientes puntos:

3.1. Factores que determinan el uso de los Sistemas de Información Geográfica

Podemos, para facilitar el análisis, hablar de factores que favorecen el uso de los Sistemas de Información Geográfica y de factores que no lo hacen.

Factores favorables:

- La geografía en Cuba, ha alcanzado como ciencia un desarrollo significativo.
- En la Universidad de La Habana, único centro formador de geógrafos con perfil investigativo en Cuba, la geografía es considerada una ciencia natural. Esto aparte de otras ventajas, favorece grandemente la visión espacial y el empleo de las representaciones cartográficas.

· Sistemas de Información Geográfica e impacto social de la geografía

- En los planes de estudio de la carrera de Licenciatura en geografía, ya existe la asignatura de Sistemas de Información Geográfica. En el caso del nivel de posgrado, en la Maestría en geografía, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial que se pretende iniciar en Septiembre de 1995, también existen cursos de este tipo, aplicados a objetivos diversos. Todo esto va, indudablemente, a facilitar el uso de estos sistemas, pero está claro que a un plazo no muy corto, a pesar de todo esto, ya se están obteniendo los primeros resultados.
- La colaboración internacional en la esfera de la geografía, al igual que en otras ramas, ha venido redireccionándose en los últimos años. De esta forma, las entidades que emplean geógrafos (además de la propia Universidad) han comenzado a desarrollar proyectos conjuntos de investigación con otros países con más recursos económicos, que han requerido el uso de esta tecnología. Esta vía, en el caso de la Facultad de geografía de la Universidad de la Habana, ha sido la principal forma de adquisición de equipamiento y de software especializado.
- Los geógrafos cubanos han logrado cierta participación en cursos sobre Sistemas de Información Geográfica que se ofrecen en otros países, principalmente en Holanda, Colombia y México.

Factores desfavorables:

- El precio de la mayoría de los Sistemas de Información Geográfica es elevado. Si a esto sumamos la difícil situación económica actual, entonces podemos afirmar que esta ha sido una de las causas principales que han motivado que en nuestro país no abunden las instituciones que utilicen esta tecnología.
- La situación económica también determina que el equipamiento con que se cuenta (en sentido general) no sea el adecuado, además de entorpecer la adquisición de insumos y material bibliográfico actualizado sobre la temática.

3.2 El nivel de demanda que la sociedad exige de la geografía

Este es un aspecto muy complicado. Claro está que, en correspondencia con lo planteado en el punto anterior, la mayoría de las entidades existentes en el país no cuentan con las condiciones necesarias

para exigir un nivel de respuesta que requiera el uso de los Sistemas que tratamos. Sin embargo, esto no nos sitúa (a los geógrafos, y sólo por el momento) en una situación tan desventajosa con respecto al peligro que mencionaba al inicio del trabajo, al no tener que "competir" con arquitectos, biólogos e ingenieros. Pero sí estamos ante una situación muy crítica motivada por un lado por la situación económica, que limita el cumplimiento de proyectos nacionales en los cuales los geógrafos pueden participar en posiciones claves, y por otro, por el hecho de que aún no "existe" la necesidad por parte de la sociedad del uso de los Sistemas de Información Geográfica, ya que ni se conocen sus posibilidades, ni se cuenta con los recursos para implementarlos en forma global en tareas tales como el control de redes (telefonía, gas, electricidad), la planificación física, o para ser empleados por el gobierno a sus distintos niveles.

En el momento en que este cuadro se invierta, la necesidad del empleo de geógrafos técnicamente calificados para el uso de los Sistemas de Información Geográfica va a ser un elemento clave en la "supervivencia" de la geografía, ya que va a aumentar significativamente su demanda. Esta situación ocurre ya en países con alto nivel de desarrollo; en algunos de ellos es común oír (Dobson, 1993) a un economista o a un ingeniero decir "Bueno, yo no soy un geógrafo, pero yo pienso que". Esto es un indicio de que los Sistemas de Información Geográfica están teniendo un impacto grande en los valores intelectuales y en las capacidades de la sociedad.

4. Consideraciones finales

El impacto social de la geografía como ciencia se ha modificado sustancialmente a partir del surgimiento y la puesta en funcionamiento a nivel global de los Sistemas de Información Geográfica. Este proceso, si bien ha sido brusco en los últimos años, se manifiesta de manera diferenciada de acuerdo (principalmente) a las posibilidades económicas de las entidades que demanden la realización de estudios que lleven implícito el uso de estos sistemas.

En sentido general, la geografía no está preparada por completo para asimilar este reto; no obstante a esto, los geógrafos son por mucho los profesionales mejor preparados para hacer uso de esta tecnología.

Sistemas de Información Geográfica e impacto social de la geografía

La solución a este problema, y en una parte significativa la del relacionado con la supervivencia social de la geografía, está vinculada con la incorporación en los planes de estudio de pre y post-grado de cursos teórico-prácticos sobre Sistemas de Información Geográfica con un alto nivel de actualización y de interrelación con las restantes asignaturas.

En Cuba, esta situación tiene un carácter complejo, dado por un lado por un alto desarrollo de la geografía en medio de una situación económica que no permite el uso generalizado de estos sistemas, permaneciendo por tanto este proceso del incremento de la necesidad de la geografía aún en un "estado potencial", pero con amplias posibilidades de solución.

Referencias bibliográficas

- Andrieiev, L. (1979). *La ciencia y el progreso social*. Moscú. Editorial Progreso.
- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information System: A management perspective*. Otaw. WDL Publications.
- Auping, J. (1992). *Entre el socialismo y neoliberalismo. Una alternativa para América Latina*. IPE, México.
- Chrisman, N., Cowen, P., Fisher, M. y otros. (1989). "Geographic Information Systems". *Geography in America*, Ed. Gaila and C.J. Willmott, Columbus. OH: Merryl Publishing. 776 - 796.
- Dobson, J. (1993). "The Geographic Revolution: A retrospective in the age of Automated Geography". *The Professional Geographer*. Vol.45, No. 4. 431-439.
- Gorelov, A., Shatalov, A. (1979) "El hombre y el medio ambiente. Aspectos metodológicos del problema". *Problemas del mundo contemporáneo* (60). Redacción de Ciencias Sociales. ACC de la URSS, Moscú. 162-186.
- Lira, J. (1994). "Análisis digital de imágenes y percepción remota". *GeoUNAM*, Vol.2, No. 2, UNAM. México. 6 - 13.

Máximov, I., Plétnikov, Y. (1979). "La situación ecológica contemporánea y el futuro de la humanidad". *Problemas del mundo contemporáneo* (60). Redacción de Ciencias Sociales. ACC de la URSS, Moscú. 96 - 111.

Núñez, J. (1989). *Teoría y metodología del conocimiento*. La Habana. ENPES.

----- (1989). *Interpretación teórica de la ciencia*. La Habana. Edit. Ciencias Sociales.

Quintela, J. (1994). "Manejo del Integrated Land and Water Information System. Teoría y Aplicaciones". Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 90p. (Texto de un curso de posgrado).

Ramos, G. (1987). "La relación filosofía-ciencia. Un problema filosófico eterno". Selección de lecturas sobre problemas filosóficos de las Ciencias Naturales. Compilado por: Cristina Taverne. Universidad de La Habana. 25 - 36.

Sáez, T., Capote, E. (1989). *Ciencia y tecnología en Cuba. Antecedentes y desarrollo*. La Habana. Edit. Ciencias Sociales.

Smith, N. (1992). "Real wars, Theory wars". *Progress in Human Geography*. 16,2. 257 - 271.