

## ¿EL ESTUDIO DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIGs) ES UNA DISCIPLINA? EL PAPEL IMPORTANTE DE LOS SIGs EN LA GEOGRAFIA

*Timothy H. Robinson<sup>1</sup>*  
*Manuel A. Solano M.<sup>1</sup>*

### RESUMEN

Desde el nacimiento de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIGs) a finales de los 70 (Tomlinson, 1984), han manifestado un gran impacto en como se trata el manejo de los recursos naturales, humanos y el ordenamiento territorial. Los SIGs se encuentran en la actualidad en casi todas las investigaciones clásicas de la disciplina de Geografía y recientemente aparece también en varias otras disciplinas que abarcan componentes de análisis de los elementos geográficos como el ordenamiento territorial, el análisis espacial, la optimización del manejo de los recursos naturales y las redes de infraestructura socioeconómica (Marble, 1984). Los SIGs requieren un alto conocimiento de la información básica de la tecnología y su filosofía implantada para manejarlos con eficiencia y utilidad máxima para los objetivos de los proyectos presentes. Por esto el estudio de los SIGs es suficientemente

1. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional. Apartado Postal 86-3000 Heredia, Costa Rica. Fax: (506) 261-0028. <http://www.una.ac.cr/geog/lisigae/>

complicado, sofisticado y necesario para alcanzar el nivel de disciplina individual. Este artículo demuestra la importancia de los SIGs en los estudios modernos del medio espacial e investiga la posibilidad de que contengan suficiente peso y contribución intelectual para ser verdaderamente una propia disciplina.

## ABSTRACT

From the beginning of the creation of Geographical Information Systems (GIS) technologies in the 1960's (Tomlinson, 1984), GISs have manifested a large impact on how one treats the management of natural and human resources as well as land use planning. Now a days, one finds GISs in just about every classical investigation in the discipline of Geography, and recently it is appearing in various other disciplines that contain components of spatial analysis and the optimization of natural resource management and the networks present in socioeconomic infrastructures (Marble, 1984). GIS implementation requires a great deal of knowledge regarding the basic technologies and philosophies of these tools in order to operate them with efficiency and maximum utility for the objectives of the high demands present in today's projects. Because of this specific and comprehensive training, the suggestion has emerged that the study of GIS is sufficiently complicated, sophisticated and necessary to achieve the level of its own individual discipline. This article is dedicated to demonstrating the importance of GIS technologies in modern day studies of the spatial environment and to investigating these uncertainties of the possibility that the study of GIS contains sufficient breadth and intellectual contribution to truly be its own discipline.

## INTRODUCCION

Como en todos los estudios, es necesario tener un vocabulario común de los temas presentados para dar orientación de la temática del artículo. Es importante iniciar con una discusión de algunas definiciones y la raíz de los términos fundamentales que entran en el siguiente debate, como la disciplina, la Geografía, los Sistemas de Información Geográfica y el análisis espacial.

El término fundamental, una disciplina, posee varias definiciones distintas que incluye una capacitación desarrollando un ordenamiento del dominio de sí mismo, eficiencia, etc., un tratamiento para corregir y/o castigar, o un control estricto de obediencia (Webster's, 1983). Por el contexto del artículo, tiene que enfocarse a una definición intelectual y académica. Larousse (1989) describe una disciplina como «un conjunto de leyes o reglamentos que rigen ciertos cuerpos, como la magistratura, la Iglesia, el Ejército, una Doctrina y una Asignatura».

Se nota que es un término bastante flexible y no tan específico como se puede creer en el uso común en las instituciones académicas. Tiene un rango amplio de

interpretación dependiendo de la aplicación específica, pero siempre con las palabras descriptivas claves como control, capacitación, ordenamiento, eficiencia, reglamentos, etc.

El estudio de la Geografía es una de las disciplinas clásicas y más antiguas. Sus raíces se inician antes de Cristo, con los descubrimientos y estudios de los griegos y romanos. La Geografía siempre estuvo relacionada con viajeros, quienes estudiaban la Tierra y los cambios de un lugar hacia otro (Brown, 1980). Algunos ejemplos ofrecidos por Broek (1967) serían: Heródoto (484-425 a. de C.), griego, estudió la topografía y las bandas de zonas climáticas de la Tierra, y Tolomeo (alrededor de 150 a. de C.), romano, con sus intereses en aspectos matemáticos de la construcción de mapas y ubicación de lugares.

La época de la Geografía Moderna, siguiendo a Broek, comenzó a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX. Estableció dos grandes ramas de la Geografía durante ese tiempo: «categorías y las ciencias sistemáticas» como el estudio de la corteza terrestre, la sociología y los grupos sociales, y las «ciencias históricas» para ver los hechos humanos en su relación con el tiempo. La Geografía tenía el enfoque de un estudio exhaustivo de la realidad. De estos conceptos, Manuel Kant (1724-1804) nos dio la filosofía moderna de la Geografía, una justificación filosófica de la disciplina. Sus ideas estuvieron apoyadas por Alfred Hettner, alemán, con su libro *Die Geographie. Ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden* (1927) y Richard Hartshorne, estadounidense, con su obra *The nature of Geography. A critical Survey of current Thoughts in the Light of the Past* (1939). Fueron Alejandro von Humbolt (1769-1859) y Carlos Ritter (1779-1859), dos sabios alemanes, los que le dieron forma científica a la disciplina de la Geografía. Von Humbolt fue uno de los grandes cosmógrafos que viajaba extensamente por las Américas por su deseo de comprender el complejo total del universo y creó la tónica de la Geografía científica. Ritter estudió el hombre en relación con el lugar que habitaba, enfocando Europa (Broek, 1967).

Lógicamente, por su amplia historia, la Geografía tiene definiciones más específicas. Es la ciencia que estudia las interrelaciones espaciales de los procesos sociofísicos naturales de la superficie terrestre, incluyendo los impactos humanos y recursos naturales (Strahler y Strahler, 1994). En segundo lugar, es la descripción de la Tierra desde el punto de vista físico (el suelo, el clima, etc.), económico (producción del suelo), político e histórico (las razas, las lenguas, los límites de los pueblos y las instituciones), matemático (formación del globo), y su posición en el sistema planetario (Larousse, 1989). Finalmente, es la ciencia que estudia la repartición de los hechos sobre la Tierra y las relaciones con los seres que hay en ella. Abarca ramas de Geografía matemática, astronomía, física, biología (biogeografía), política, economía, entre otras (Everest, 1973).

Entonces, es un enfoque académico complejo e integrado por muchas áreas de estudio diferentes. Históricamente ha sido un estudio intelectual majestuoso, que

contiene muchas subdisciplinas distintas de alto conocimiento. Ha sido el deseo entender el lugar, la región o la nación y la integración total que da a la Geografía un carácter tan suyo (Broek, 1967). Puede ser que el tope de la época más conocida de la Geografía ha pasado y la evolución académica ahora valora más estudios específicos y no tan generales. Por eso, la Geografía ha perdido varias ramas del complejo de sus componentes, como las disciplinas de Historia, Economía, Estadística, Informática, etc. Actualmente la Geografía tiene problemas en definirse no sólo en las universidades costarricenses sino a nivel universal (De León, 1993). Es común escuchar debates en departamentos de Geografía sobre cómo puede mantener la matrícula por pérdida de estudiantes yendo hacia estas disciplinas más específicas. También los departamentos de Geografía piensan en las posibilidades de cambiar el nombre del estudio, con el objetivo de atraer más gente y atender a los cambios presentes en el mercado profesional.

Los autores observaron un anuncio para una charla realizada en mayo de este año en la Universidad de California, Santa Bárbara, USA, titulada «Pueden los SIGs salvar la disciplina de Geografía». Aunque la Geografía tiene mucha historia, se nota que esta disciplina tradicional está en crisis de identificación y es el estudio de los SIGs el que recibe mucha atención y demanda en la actualidad. Se sigue con la inquietud si puede ser el estudio de los SIGs su propia disciplina. Entonces, nos faltan algunas definiciones claras de los SIGs.

Los SIGs tienen muchas definiciones diferentes. En cada aplicación diferente de un SIG aparece una definición distinta. Para mencionar algunas:

- Una tecnología de información que archiva, analiza y despliega datos espaciales y no espaciales (Parker, 1988).
- Un grupo de herramientas poderosas para colectar, abastecer, recuperar, acceder con facilidad, transformar y desplegar datos espaciales del mundo real (Burrrough, 1986).
- Software utilizado para automatizar, analizar y representar datos gráficos georreferenciados y organizados según un modelo relacional topológico (ESRI, 1992).
- Cada vez más, los SIGs ahora están a disposición para el acceso, no a mapas, sino al mundo real que estos mapas representan (Rhind, Goodchild y Maguire, 1991).

No hay duda que un SIG moderno es una herramienta clave de software para ejecutar estudios integrados y multidisciplinarios. La disciplina de la Geografía pretende ser el estudio integrado de los espacios físicos de la Tierra. Los dos se dedican al análisis espacial, que se puede definir como un estudio de los elementos geográficos, sus

relaciones entre ellos (topología), el mosaico geográfico y la información descriptiva de estos elementos (Gatrell, 1991). Es un componente principal de la Geografía y puede servir como puente entre los SIGs, la Geografía y otras disciplinas que entran en este debate.

## **IMPORTANCIA E IMPACTO DE LOS SIGs EN EL MANEJO E INVESTIGACION DE LOS RECURSOS NATURALES Y HUMANOS**

La tecnología de los SIGs se inició con el gran proyecto de los canadienses en el mapeo, registro y manejo de los vastos recursos naturales de Canadá a través del SIG en los 60. Canadian Geographical Information System (CSIG) produjo la estructura que maneja la información geográfica en capas o niveles de información separadas. Esta estructura ofrece una gran flexibilidad en el proceso final de la integración, el análisis espacial y la sobreposición de la temática presente. Desde las metodologías desarrolladas y la capacitación de gente en este proyecto canadiense y varios avances de la compañía de Harvard Graphics (USA), nacieron las grandes casas comerciales y los centros de avance de la tecnología del SIG, que empujan hoy el mercado y la fuerte onda del conocimiento de esta tecnología (Coppock y Rhind, 1991). Ahora existen muchos trabajos para analistas en el SIG alrededor del mundo, gracias a los esfuerzos de USGS con GRASS, ESRI con Arc/Info, Integraph con MicroStation y MGE, Clark University con IDRISI, ERDAS con ERDAS IMAGINE para procesamiento de imágenes satélites y Trimble y Magellan con la integración de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

En Costa Rica existen cursos y centros de aplicación de SIG en tres de las cuatro universidades estatales. También, hay varias universidades privadas con ofertas y facilidades en SIG (EARTH, CATIE, OET, etc.). La presencia de esta tecnología estará presente todos los días con un acceso más disponible, la necesidad y los estudiantes graduándose con capacitación en esta área. Tenemos que prepararnos para que el SIG esté presente en las universidades, las compañías privadas (Chiquita Banana, Bordon Azul, etc.), los institutos estatales (MAG, SENARA, MINAE, etc.), las municipalidades (San José, Santo Domingo, San Antonio de Belén, Escazú, entre otros), hasta en las escuelas primarias.

Ralph Nader, analista de consumos de los Estados Unidos, predijo el papel clave de los SIGs en la organización y diseminación de información pública que manifestara en un manejo comprensivo, integrado y necesario de los recursos naturales y humanos mundiales tan limitados. Nader apoyó varios actos del Congreso de los E.E. U.U. para facilitar el acceso y poner más información del gobierno federal en el dominio público (Arc News, 1996).

Ahora la demanda de información digital para estudios de diversos asuntos (SIG, etc.) es admirable y constituye una verdadera explosión. Las superautopistas de

información están de moda, son necesarias y el camino al futuro (Battelle, 1996). Las bibliotecas tradicionales tratan de cumplir la enorme demanda de sus usuarios con información espacial en formato digital. Ejemplos son la Biblioteca Congressional de los Estados Unidos y los actos gubernamentales de apoyo con buen financiamiento para el desarrollo de su sección, específicamente para información digital (Arc News, 1996). También el nuevo proyecto de la National Science Foundation (NSF) titulado: The Alexandria Digital Library (ADL), dedicado al diseño, la implementación y el desarrollo de una biblioteca digital para información georreferenciada alrededor del mundo. Incluye fotografías aéreas, mapas topográficos, mapas ortográficos, imágenes, satélites, cartas náuticas, proyectos en SIG, etc. Todo estará disponible al dominio público por el INTERNET y su página de World Wide Web, donde se puede consultar a la dirección <http://alexandria.sdc.ucsb.edu/> (NCGIA Update, 1995).

La aplicación del SIG se encuentra en acontecimientos corrientes como la organización de los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992 y ahora en Atlanta, Georgia, donde se están utilizando una combinación de AutoCAD y el SIG de Arc/Info. Este es un acontecimiento público impresionante, por el tamaño y la logística que requiere el uso del SIG para manejar los eventos, los servicios públicos, la seguridad, el transporte y las actividades de los 10.000 atletas de 200 naciones diferentes y los millones de espectadores. El desarrollo de esta información digital al final de los juegos será donado a la ciudad y el pueblo. Hoy en día se puede consultar su página de WWW para obtener más información, <http://www.atlanta.olympic.org> (Arc News, 1996).

## LA RELACION DE LOS SIGs Y LA GEOGRAFIA

Desde el inicio, el estudio de los SIGs tenía confusión en alinearse con una disciplina tradicional y fija. En realidad los SIGs se han desarrollado en un ambiente multidisciplinario sin un hogar específico, con contenidos de fotogrametría, cartografía, estadística, análisis espacial, ciencias de computación, ingeniería, sensores remotos, etc. (Kemp, Goodchild y Dodson, 1992). Geografía en el fondo es una disciplina de integración, con un enfoque en el fenómeno espacial que lo hace particularmente adaptado para ser el hogar de los estudios del SIG (Morrison, 1991). Muchos académicos no comparten esta idea, porque los SIGs deben una contribución intelectual a la disciplina y a la literatura de la Geografía (Openshaw, 1991; Taylor y Overton, 1991). Por otro lado, es importante la alta demanda de estudiantes universitarios graduados con experiencia en el SIG, causando una reorganización de los programas de estudios en varias disciplinas en muchas universidades (Kemp, Goodchild y Dodson, 1992). No es solamente la preparación en Geografía la que causa esta demanda del mercado profesional, sino incluye otras disciplinas. Es la habilidad de aplicar sus conocimientos y ejecutar la tecnología de los SIGs lo que le interesa a dicho mercado.

Como confirmó Abler (1988), un SIG es una herramienta para apoyar estudios científicos a todas las disciplinas clásicas en general, que trabajan con referencias a la información geográfica. Es una herramienta fundamental para la investigación geográfica o georreferenciada. Pero causa una fuerte competencia con las otras herramientas clásicas de la Geografía como cartografía, sensores remotos y análisis cuantitativo (Kemp, Goodchild y Dodson, 1992). Dentro de la carrera los estudiantes no pueden abarcar todo en un tiempo limitado. Entonces, tienen que escoger y con la demanda existente ahora normalmente aplican un SIG, dejando otras herramientas importantes fuera de sus estudios. ¿Es justificable dentro del programa del estudio clásico de la Geografía o debe ser su propia disciplina? ¿El SIG es solamente una tecnología, una proposición para analizar y tomar decisiones o es simplemente una base de datos espaciales?

Sigue el debate si el SIG puede elevarse suficiente para asumir el papel de una disciplina propia. Un punto clave del debate es que una disciplina académica debe tener sus propios hilos lógicos de investigación, donde los investigadores desarrollan temas con objetivos y aplican metodologías nuevas o establecidas con resultados, conclusiones, etc. La inquietud que ofrecen Craig (1989) y Maquire (1990) es qué abarca una investigación específicamente en SIG fuera del avance de la tecnología digital. Cuando hay una investigación aplicando SIG, normalmente las metodologías implementadas vienen de Geografía, Geología, Economía, Historia o Informática y el SIG es el vehículo para integrar, analizar, abastecer, visualizar y desplegar la información geográfica y descriptiva incluida en la base de datos de la investigación. Se requiere de una fuerte preparación y capacitación para desarrollar la base de datos en el SIG. La experiencia de la persona que prepara la base de datos merece igual respeto que los investigadores principales. ¿Dónde está esta línea efímera entre una disciplina y una tecnología?

El estudio de la Geografía contiene cuatro paradigmas: la relación del hombre con la Tierra, Ciencias de la Tierra, Estudios de Areas y el Estudio del Espacio y sus Relaciones (Pattison, 1964). Pero el SIG trae otro paradigma que es el estudio de la captura, la compilación, la exactitud o precisión, el despliegue y el análisis de la información geográfica (Mark, 1990). Cada uno es un tema profundo, complicado en el tratamiento e importante en el desarrollo científico y, en algunos casos, tiene una contribución intelectual en el proyecto. Elementos anteriormente implícitos en Geografía y manejados por ojo o conocimiento se manifiestan como explícitos cuando se impone una estructura digital como requiere la tecnología del SIG. Los principales diseños cartográficos necesitan ser explícitos en el proceso de desplegar y estructurar la base de datos digitales (Kemp, Goodchild y Dodson, 1992). Entonces, las reglas del juego han cambiado con el uso común de los SIGs. Es fundamental en los análisis geográficos que la incertidumbre debe ser estudiada y modelada, y la estructura de la base de datos digital debe implementar unas teorías del análisis y la cognición del espacio (Frank y Mark, 1991). Cognición, análisis espacial, incertidumbre y exactitud de la información son temas de Geografía y también de otras disciplinas, pero alcanzan otro nivel de estudio y conocimiento cuando se los aplica al SIG.

El estudio del SIG abarca el aprendizaje de la tecnología, la programación, el hardware necesario en las varias plataformas para el software disponible, las estructuras diferentes de bases de datos espaciales y los algoritmos fundamentales de análisis espacial, rutas óptimas, topología, etc. Pero es posible que sea más importante cuando se trabaja con el SIG, su implementación, organización y desarrollo en el proceso de apoyar la investigación planteada. Entonces, regresamos al concepto de que el SIG es una herramienta apta, necesaria y poderosa para la investigación y el manejo de objetivos, pero que pertenece a disciplinas clásicas. Para elevar el SIG solamente desde la base de capacitación y conocimiento de la tecnología, un profesional o especialista en el SIG tiene que manejar la aplicación del tema dentro de una disciplina específica (Kemp, Goodchild y Dodson, 1992).

Entonces, el SIG sigue como un estudio sumamente importante con grandes requisitos de capacitación para ser experto en sí mismo. Tiene sus limitaciones en la aplicación por necesidades de orientarse con otras disciplinas y direcciones de investigación. Es una de las cuatro herramientas universales que constituyen la Geografía: la Cartografía, los sensores remotos y su interpretación, las metodologías cuantitativas y los SIGs (Coulson, 1990). Es importante notar que el estudio de los SIGs no debe reemplazar ninguna herramienta clásica de la Geografía porque es un complemento. El SIG puede ser el catalizador de un curso introductorio sobre dichas herramientas que demuestra la integración potencial y obligación en investigaciones modernas en la Geografía y en el manejo de recursos naturales y humanos (Goodchild, 1985).

No hay duda que las aplicaciones del SIG son diversas e importantes. Hay una conferencia del SIG casi todas las semanas del año en algún lugar alrededor del mundo. En la Conferencia de Usuarios de ESRI (Earth Systems Research Institute) en mayo de este año participaron más de tres mil personas de todas las aplicaciones pensables (ESRI, 1996). Lo que nos llamó la atención ha sido el logotipo de la conferencia que apoya claramente los puntos del artículo (Figura 1). La idea es que la Geografía y el SIG hacen la integración del mundo espacial y los recursos naturales y humanos que contiene.

## CONCLUSION

Aunque el estudio de la tecnología de los SIGs tiene un entrenamiento

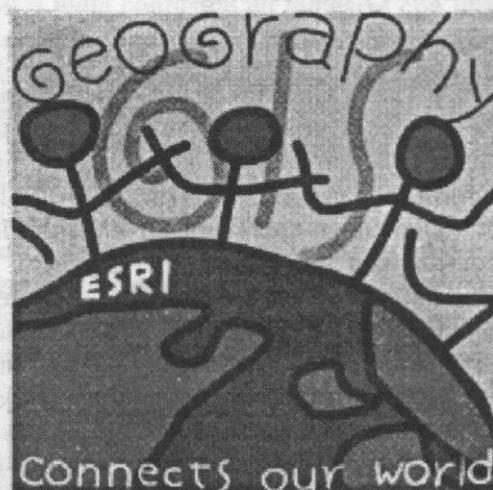


Figura 1. Logotipo de la Conferencia de Usuarios de ESRI, 1996. Derechos reservados.

fuerte y complejo, no creemos que son sólo una herramienta poderosa, sumamente útil e importante para realizar los proyectos de investigación moderna, integrada y requerida en la actualidad. No es una disciplina aunque tiene problemas en ubicarse dentro de una disciplina académica tradicional. Es una tecnología comprensiva que aplica metodologías y filosofías de análisis espacial. Como análisis espacial es un componente de muchas disciplinas clásicas, y el estudio del SIG debe mantenerse como una tecnología avanzada con aplicación multidisciplinaria.

Sin embargo, las tendencias del futuro indican que cada año el estudio de los SIGs tendrá más importancia y presencia en los programas de estudios universitarios. Se llegará a un punto cuando los estudiantes se matriculen en Geografía u otra disciplina, solamente para estudiar, capacitarse, ser eficientes y tener una dirección en análisis espacial o en este estudio/disciplina en debate, a través del SIG.

El mundo está cambiando y con estos cambios también la pedagogía. Puede ser que estemos en un punto crítico para ver un ejemplo de una modernización, guste o no, en nuestra propia y querida disciplina de la Geografía. El análisis espacial requiere de la computación por la complejidad e integración necesaria en la amplitud de los estudios requeridos hoy en día. Necesita un esfuerzo y una gran experiencia para utilizarlo en toda su potencia. El análisis espacial apoyado por la tecnología del SIG está siendo una disciplina suficientemente compleja en sí misma. Es difícil aceptarlo pero es muy probable que tengamos que admitir profesionales con capacitación y títulos de educación mayores en el análisis espacial a través de los SIGs y no en nuestra disciplina de la Geografía.

## BIBLIOGRAFIA

- ABLER, R.F. 1988. Awards, rewards, and excellence: Keeping Geography alive and well. *The Professional Geographer*. 40(2): 135-40.
- ARC NEWS. 1996. ESRI Supports Library of Congress, Federal GIS. Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc. California, USA, Vol. 18, N° 2.
- BATTELLE, JOHN. 1996. Implementación de Tecnologías Nuevas y el Acceso de esta Tecnología a la Educación Secundaria. Editor de *Wired Magazine*. Charla realizada en Polytechnic High School, California, USA.
- BROEK, JAN. 1967. Geografía, su ámbito y su trascendencia. Unión Tipográfica, Editorial Hispano América, México.
- BROWN, E.H. 1980. Geografía, Pasada y Futura. Fondo de Cultura Económica, México.
- BURROUGH, P.A. 1986. Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon, Oxford, Inglaterra.
- COPPOCK, J.T. and D.W. RHIND. 1991. The History of GIS. *Geographic Information Systems: Principles and Applications* (2 vols.). Ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild and D.W. Rhind, 1: 21-43. London: Longman Scientific and Technical.

- COULSON, M.R.C. 1990. Cartographic instruction and the smorgasbord curriculum: The case for a foundation course in geographic techniques. Paper presentado a la Reunión/Conferencia Anual de la Association of American Geographers, Toronto, Canadá.
- CRAIG, W.J. 1989. URISA's research agenda and the NCGIA. *Journal of the Urban and Regional Information Systems Association*. 1(1): 135-43.
- DE LEON, M. 1993. Historia y Futuro de la Geografía. Charla, Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Profesor visitante de la Universidad de New Orleans, Louisiana, USA.
- DICCIONARIO CORONA, ESPAÑOL. 1973. Editorial Everest, León, España.
- ESRI, ABSTRACTS OF CONFERENCE PROCEEDINGS. 1996. Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc. California, USA.
- FRANK, A.U. and D.M. MARK. 1991. Language issues for GIS. *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (2 vols.). Ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild and D.W. Rhind, 1: 147-63. London: Longman Scientific and Technical.
- GATRELL, A.C. 1991. Concepts of space and geographical data. *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (2 vols.). Ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild and D.W. Rhind, 1: 119-34. London: Longman Scientific and Technical.
- GOODCHILD, M.F. 1985. Geographic information systems in undergraduate Geography: A contemporary dilemma. *The Operational Geographer*. 8: 34-38.
- HARTSHORNE, RICHARD. 1939. *The Nature of Geography, A critical Survey of current Thoughts in the Light of the Past*. Association of American Geographers, Lancaster, Pennsylvania, USA.
- HETTNER, ALFRED. 1927. *Die Geographie. Ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden*. Breslau, F. Hirt, Berlin, Alemania.
- KEMP, K. KAREN, MICHAEL F. GOODCHILD and RUSTIN F. DODSON. 1992. Teaching GIS in Geography. *The Professional Geographer*. 44(2): 181-191.
- LAROUSSE, PEQUEÑO ILUSTRADO. 1989. Ed. Ramón García-Pelayo y Gross. Ediciones Larousse, Barcelona, España.
- MAQUIRE, D.J. 1990. A research plan for GIS in the 1990s. *The AGI Yearbook 1990*. Ed. M.J. Foster and P.J. Shand, pp. 267-77. London: Taylor and Francis.
- MARBLE, DUANE F. 1984. Geographic information systems: an overview. *Proceedings, Pecora 9 Conference*. Sioux Falls, South Dakota, USA.
- MARK, D.M. 1990. GIS and the four traditions of Geography. Paper presentado a la Reunión/Conferencia Anual de la Association of American Geographers, Toronto, Canadá.
- MORRISON, J.L. 1991. The organizational home for GIS in the scientific professional community. *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (2 vols.). Ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild and D.W. Rhind, 1: 91-100. London: Longman Scientific and Technical.
- NCGIA UPDATE. 1995. The Alexandria Digital Library. National Center for Geographic Information & Analysis (NCGIA), a National Science Foundation Center, University of California, Santa Barbara. June.

- OPENSHAW, S. 1991. Commentary: A view on the GIS crisis in Geography, or, using GIS to put Humpty-Dumpty back together again. *Environment and Planning A*. 23(5): 621-29.
- PARKER, H.D. 1988. The unique qualities of a geographic information system: a commentary. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 54(11): 1547-49.
- PATTISON, W.E. 1964. The four traditions of Geography. *Journal of Geography*. 63: 211-16.
- RHIND, D.W., M.F. GOODCHILD and D.J. MAGUIRE. 1991. Introduction to Principales in Geographical Information Systems. *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (2 vols.). Ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild and D.W. Rhind, 1: 111-17. London: Longman Scientific and Technical.
- STRAHLER, ALLEN and ARTHUR STRAHLER. 1994. *Introducing Physical Geography*. Hohn Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- TAYLOR, P.J. and M. OVERTON. 1991. Further thoughts on Geography and GIS. *Environment and Planning A*. 23: 1087-90.
- TOMLINSON, ROGER F. 1984. Geographic Information Systems a frontier. *The Operational Geographer*. Volume 5, pp. 31-35.
- UNDERSTANDING GIS, THE ARC/INFO METHOD. 1992. Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc. California, USA.
- WEBSTER'S NEW WORLD DICTIONARY. 1983. Warner Communications Company, New York, New York.