

EL DESARROLLO PROFESIONAL DE LA GEOGRAFÍA EN SU RELACIÓN CON LAS TÉCNICAS CUANTITATIVAS Y LOS INSTRUMENTOS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

FEDERICO BENJAMÍN GALACHO JIMÉNEZ

RESUMEN

Con esta contribución pretendemos reflexionar en primer lugar, sobre los fundamentos de la posición conceptual de los geógrafos cuantitativos y en segundo lugar, sobre la situación en la que se mueven los geógrafos en época reciente y en la actualidad con relación a las nuevas tecnologías. Sobre los primeros se apoyan los segundos. La incorporación a la Geografía de las nuevas técnicas e instrumentos abrió en su momento un amplio campo de desarrollo y trabajo en Geografía, que se ha venido consolidando en la actualidad. De este modo, la variedad de instrumentos de trabajo que manejan actualmente los geógrafos les ha abierto la puerta al proceso de renovación científica, el cual ha ido unido al desarrollo de las comunicaciones y de la información. No obstante, esto ha supuesto y seguirá suponiendo un enorme esfuerzo de adaptación de nuestra disciplina para poder incorporar los nuevos datos que se generan sobre el espacio geográfico y los nuevos instrumentos para el manejo de los mismos. Los geógrafos estamos obligados a utilizar los instrumentos y las técnicas cuantitativas al nivel que exige la oferta actual de datos, si con ello queremos alcanzar un papel adecuado, y diríamos destacado, en el análisis territorial.

ABSTRACT

In this contribution we aim to reflect first on the basis of the conceptual position of quantitative geographers and secondly, on the situation in which geographers move in recent times and now in relation to new technologies. First rely on the latter. Joining new techniques and instruments to Geography opened a wide field of development and work in Geography, which now has been consolidated. Thus, the variety of work tools that handle geographers now has opened the door to scientific renewal process, which has been linked to the development of communications and information. However, this has meant and will remain a huge effort to adapt our discipline to incorporate the new data generated on the geographical and new tools for managing them. Geographers are required to use the tools and quantitative techniques to the level required current supply data, if by that we achieve a proper role and prominent in territorial analysis.

PALABRAS CLAVE: Geografía Teórica y Cuantitativa, Sistemas de Información Geográfica, Cartografía, Nuevas Tecnologías, Geógrafos.

KEY WORDS: Theoretical and Quantitative Geography. GIS, Mapping, News Technologies, Geographers.

1. INTRODUCCIÓN

Me llena de emoción hacer esta contribución a este número de la Revista Baética en homenaje a la profesora López Beltrán. Yo fui alumno suyo, allá por el año 1982, y siempre recodaré su docencia clara, exacta y concisa, de manera que permitía imaginar los hechos y grabarlos en la memoria. Pero no sólo bastaba su estilo, además importaba su método, que era bueno, principalmente cuando se trataba de la instrucción simultánea de un importante número de alumnos en un temario extenso. Sencillez, insensible gradación de lo fácil a lo difícil, adopción del orden más conveniente, amenidad en cuanto a lo posible, elección de las referencias más útiles respecto de los detalles, escrupulosidad para evitar errores e inexactitudes: tales eran las condiciones de su docencia... Y su persona, para mi, sobre todo comprensiva, con las circunstancias que rodearon mi vida por aquella época.

Como han expuesto Claval (1974), Capel (1981 y 1982), Capel y Urteaga (1982), Gómez, Muñoz y Ortega (1982), Vilá (1983), García (1986) y Ortega (2000), la revisión crítica de los principios en que se fundamentaba básicamente la geografía tradicional fue iniciada en los años cincuenta del siglo XX por los que habrían de ser los propulsores de la geografía teórica. De ahí la sensación de renovación y de revolución y el título de “nuevas tendencias en geografía” para designar el fruto de tales innovaciones. Por estos años se abrió un proceso extraordinariamente dinámico en el pensamiento geográfico que ha llegado hasta nuestros días. La geografía pasará a desenvolverse en un contexto problemático que lejos de ser negativo, impulsará su crecimiento. En las décadas que conforman la segunda mitad del siglo XX se había hecho común, casi un tópico, hablar de la geografía en crisis. Pero muchos autores, mejor que hablar de crisis y por encima de ello, ven una inmensa tarea que realizar por el geógrafo. La amplitud de los enfoques en el acercamiento al hecho geográfico implicaba, como es lógico, posturas y tendencias dispares. Ello fue debido a la especialización geográfica y a que nuestra disciplina no fuese vista en estos momentos como una ciencia monolítica tal como fue concebida anteriormente. Como consecuencia de su propio crecimiento como ciencia, la geografía en estos momentos se veía presionada por la rápida evolución de otras ciencias y por las propias necesidades de la sociedad que le exigía cada vez más. Algo así como en la actualidad.

También será una circunstancia trascendente para la ciencias sociales, y para todo en general, la aparición de potentes instrumentos de tratamiento de información (computadores de los de entonces) y de nuevos marcos teóricos y conceptuales con los que aquéllas, las ciencias sociales, recibieron un gran impulso. Y de la mano de estos potentes instrumentos, en esta etapa y en el terreno metodológico, van a darse unos cambios decisivos. Se rechazan, ante

todo, como se sabe, los métodos del análisis cualitativo y comienzan a generalizarse –en algunos países aceleradamente– los métodos cuantitativos. Puede decirse que la euforia cuantitativa alcanzó su máximo apogeo en la década de los cincuenta. Aunque en España algo más tarde.

Pero la Geografía cuantitativa no se debe, exclusivamente, ni mucho menos, a la incorporación de los nuevos métodos e instrumentos. Ni en momentos pasados ni en los actuales. Encuentra su fundamento y su fuerza, en una característica del positivismo: la cuantificación, es decir, descripción y expresión de los resultados de forma precisa, a través de la estadística o de la formalización matemática. Como dice Estébanez (1987, 132): *«se toma así un aspecto del positivismo comtiano: “la certitude”»*. Posteriormente, muchos geógrafos intentarán separar las técnicas cuantitativas del positivismo, y emplearlas en la descripción y en el análisis geográficos, en una estructura *«teóricamente agnóstica que presta poca atención a teorías, hipótesis y leyes»* (Johnston 1983, citado por Estébanez 1987, 132). En suma, Estébanez (1987, 132) expone que: *«aunque existe una clara confusión en el empleo del término cuantitativo, en cualquier caso, no es legítimo identificar toda la producción cuantitativa con el positivismo, y mucho menos aún, con el nepositivismo filosófico»*. En cualquier caso, la transformación metodológica y conceptual que se produjo fue conocida como “revolución cuantitativa” y con ella, es opinión muy aceptada, surgió la última (hasta ahora) Nueva Geografía, denominación que abarcará también a la Geografía de la percepción, la Geografía humanística, etc.

Serán, pues, las diferentes concepciones que tienen lugar a partir de los años cincuenta del siglo pasado y en el marco aludido las que marquen las denominadas nuevas tendencias en geografía. Todas surgirán de la insatisfacción de los geógrafos ante su disciplina, la mayor parte por las limitaciones percibidas de la geografía clásica para construir una ciencia prospectiva. Algunas de ellas surgirán sin romper totalmente con el pensamiento clásico, como adaptación de éste a las nuevas necesidades (tal es el caso de la geografía aplicada); otras con ánimo de renovación más profundo (pongamos por caso la geografía cuantitativa).

El cambio generado por la Geografía cuantitativa fue de gran trascendencia en muchos aspectos, destacando para nosotros el interés por elaborar teorías y el confrontar los esquemas teóricos de la realidad. Además, y por supuesto, el uso de la estadística, las teorías de sistemas y de grupos, el análisis factorial, las teorías de juegos, etc. todo ello con el apoyo de la informática. Los llamados modelos y su naturaleza serán punto clave para entender esta nueva orientación en la investigación geográfica. Tras los modelos aparecen los paradigmas que, hasta cierto punto, son modelos a gran escala comúnmente aceptados. Es indudable que este nuevo enfoque que tantos recelos y

dudas dio lugar, representó un avance, considerable, en nuestra disciplina, pero tampoco hay que olvidar que cayó en errores nacidos de sus propias limitaciones e ímpetu. Precisamente lo que podemos considerar como excesos de la Geografía cuantitativa, por la objetivación a ultranza del análisis, que llevó a la insatisfacción a muchas mentes, dio lugar a reacciones opuestas, como la de la Geografía de la percepción, al subjetivizarlo todo.

Durante los años setenta aparecerán críticas muy serias y desde muy distintos ángulos, a los enfoques neopositivistas, y se multiplicarán las llamadas a favor de una Geografía idealista. Con lo que se buscaba, en definitiva, de pasar de una ciencia positiva y normativa a otra vivencial, existencial y humanística. Hasta hace poco tiempo en el marco académico se ha venido desarrollando este debate y la polémica ha venido enfrentando a cuantitativistas y neohistoricistas (a positivismo e historicismo). Porque al igual que sucede con otros enfrentamientos en la historia del pensamiento occidental (el del idealismo y el empirismo) existen, se ha dicho, en la base de ellos, problemas filosóficos muy importantes que no han sido resueltos satisfactoriamente, hasta el momento. De cualquier forma, es en estos debates donde en la Geografía moderna adquiere un rasgo que la caracteriza en la actualidad: su preocupación por la utilidad para resolver una serie de problemas que la sociedad plantea. Esto ha sido la mejor evidencia de que la geografía no es una ciencia muerta. Aunque en los tiempos actuales de crisis parece que otras ciencias lo están.

2. LOS ANTECEDENTES Y LAS TENDENCIAS MÁS RECIENTES

La geografía ha experimentado importantes cambios en su desarrollo. Cuestiones que antes formaban parte de la investigación del geógrafo, pasaron a ser estudiadas por otros científicos, a la vez que aquel se interesó por nuevos problemas. Parece punto de coincidencia afirmar que las ciencias sociales en nuestros días pasan por una crisis generalizada y, concretamente, una crisis de divisiones disciplinarias existentes. Las fronteras entre las disciplinas que conforman este ámbito del conocimiento no parecen estar claras, viéndose rebasadas en numerosas ocasiones para incorporar teorías, métodos o tendencias procedentes de disciplinas cercanas (Capel 1977). La evolución reciente de nuestra ciencia tras el descubrimiento y extensión del amplio campo de las Tecnologías de la Información Geográfica (Sistemas de Información Geográfica, Teledetección y Cartografía asistida por ordenador, fundamentalmente) y el establecimiento de relaciones entre geógrafos, matemáticos, físicos, informáticos, arquitectos, ingenieros, geólogos, botánicos, entre otros, constituye un ejemplo destacable, no ya de ruptura de límites entre disciplinas tradicionalmente cercanas, sino entre disciplinas “enemistadas”. Es nuestra opinión que una situación como la presente, siempre que se desarrolle en el ámbito de

la colaboración y no en el de los recelos, puede resultar realmente fructífera con vistas a hacer posible, más libre y más imaginativa, la resolución de problemas concretos planteados en el espacio geográfico.

Con el desarrollo de los nuevos paradigmas de la ciencia estamos viendo un profundo cambio de época que se expresa en todos los campos de la experiencia humana. Esto fue puesto de manifiesto en el año 1986 cuando la Organización de las Naciones Unidas realizó, a través de la UNESCO, el simposio: “La ciencia y las fronteras del conocimiento”, produciendo la denominada “*Declaración de Venecia*”, de la cual entresacamos los siguientes aspectos al hilo de nuevo de exposición:

1. Que nos encontramos en una profunda revolución en el campo de la ciencia, generada en gran parte por el desarrollo de la física y de la biología. Se ha abierto una significativa brecha entre la nueva ciencia surgida del estudio de los sistemas naturales y los valores que siguen prevaleciendo en la filosofía, en las ciencias sociales y la vida en las sociedades modernas. Estos valores están basados en un determinismo mecanicista y en el positivismo.
2. El conocimiento científico actual ha alcanzado el punto donde puede empezar a integrarse con otras formas de conocimiento. En este sentido y reconociendo las diferencias entre ciencia y tradición se ve que éstas pueden ser complementarias más que contradictorias. Este nuevo y rico intercambio entre ciencia y las diferentes tradiciones del mundo, abre la puerta a una nueva visión de las relaciones entre campos de conocimiento y sobre todo, a una nueva racionalidad que será la base de una nueva perspectiva científica.
3. No se intenta establecer sistemas cerrados que contengan una nueva utopía, se reconoce la necesidad urgente de una investigación transdisciplinaria a través de un intercambio dinámico entre las ciencias naturales, las ciencias sociales, el arte y la tradición. Integrar la investigación de la naturaleza y de la imaginación, del universo y del hombre, nos dará una mejor visión de la realidad para enfrentar los retos de nuestro tiempo (Pero, ¿no es esto lo que siempre ha hecho o ha intentando hacer el geógrafo?).

Distintas concepciones del quehacer geográfico han existido en el desarrollo de nuestra disciplina, como forma de aproximación a la realidad. Distintos enfoques y tendencias y muchas polémicas. Quizás, la evolución de las formas de abordaje del espacio geográfico pueda ser un adecuado eje estructurador para analizar el desarrollo del pensamiento de nuestra disciplina. Sin embargo, muchos autores que han tratado la evolución del pensamiento

geográfico coinciden en afirmar que distintas generaciones de geógrafos no han estado ligados a los discursos de épocas precedentes, lo hemos visto en el discurso cuantitativo. Como se sabe con la revolución cuantitativa se abrió un debate que enfrentó a cuantitativos y neohistoricistas. Durante el largo tiempo que este debate ha durado, si es que ha acabado, los geógrafos han tenido la opción de tomar partido abiertamente por alguna de estas posiciones, o bien por considerar los aspectos positivos de cada una de ellas, entendiendo que las distintas corrientes de pensamiento geográfico han enriquecido nuestras perspectivas de cara a un mejor conocimiento de la realidad. Con la maduración de la disciplina, y en contra de lo que sucedió cuando se produjo la revolución cuantitativa, con las corrientes surgidas posteriormente, como las corrientes críticas y humanistas, no ha habido un retraimiento o puesta a la defensiva de los seguidores de la concepción discutida.

De cualquier forma, la secuenciación histórica del pensamiento geográfico permite observar cómo a través del tiempo los geógrafos han intentado dotar a la disciplina de elementos suficientes para ser considerada como ciencia. Las nuevas tendencias han aportado puntos de vista novedosos para poder abordar la realidad e interpretarla, y al mismo tiempo, intentar responder a las preguntas de siempre: ¿cómo?, ¿por qué?, ¿dónde?, ¿para qué?, ¿para quienes?...

En este contexto, los geógrafos de nuestros días nos ocupamos de una amplia gama de aspectos relacionados con la explicación y la representación del espacio: desde el poder erosivo de los glaciares hasta el crecimiento espectacular experimentado por algunas grandes ciudades o el alarmante ritmo de deforestación de muchos espacios, buscando una explicación a numerosos fenómenos, como por qué los habitantes de determinadas regiones migran más que otros. Algunos de nosotros podemos pasar meses o años intentando comprender cómo influyen los factores físicos, sociales, económicos, etc., en los grupos humanos. Recientemente, otros muchos hemos mostrado un creciente interés por temas tan vitales como la planificación y ordenación del territorio, la interdependencia entre los países y el desarrollo desigual, la transformación de las estructuras agrarias, la contaminación y la degradación de la biosfera, el desarrollo y explotación de los recursos naturales, y las redes de transporte, etc. Y finalmente otros, han compaginado todos o algunos de los aspectos anteriores con iniciativas o proyectos de cooperación y desarrollo en zonas desfavorecidas para así trasladar el compromiso social de la geografía al ámbito humano más vulnerable e inmediato.

Por otra parte, el uso de las tecnologías de la información geográfica se ha extendido siendo utilizados comúnmente como instrumentos para el conocimiento de los fenómenos naturales o medir intervenciones del hombre en el medio. Los geógrafos identificamos, analizamos e interpretamos la distribución y disposición de los elementos de la superficie terrestre e intentamos hacer re-

presentaciones de los fenómenos con implicaciones espaciales apoyándonos ahora en las nuevas tecnologías. Así las aplicamos a la relación del hombre con su entorno, teniendo en cuenta los factores físicos y culturales, así como a los efectos derivados de ésta. Los rasgos físicos comprenden el clima, la tierra y las aguas. Entre los rasgos culturales, los geógrafos estudiamos las características de los países y su población, los asentamientos, las redes de comunicación y otras modificaciones realizadas por el hombre en el entorno físico y en los recursos o condiciones naturales. Para todo ello, los nuevos instrumentos obligan a buscar nuevos métodos para su correcta aplicación.

En definitiva, las temáticas geográficas de la actualidad revalorizan una multitud de estudios anteriores de la tradición geográfica, posturas ya desplegadas por nuestra ciencia y que al mismo tiempo, han vislumbrado tres nuevos caminos o perspectivas diferentes, que conviven entre sí, siguiendo a Buzai (2001, 28) son: la “*Ecología del Paisaje*”, la “*Geografía Postmoderna*” y la “*Geografía Automatizada*”.

La “*Ecología del Paisaje*” (basada en la Ecología humana desarrollada por McKenzie y Hawley), relacionada principalmente con el ámbito de las ciencias naturales a través de las aportaciones de los geógrafos físicos. Sus ámbitos de trabajo se nutren de la geomorfología, la climatología, la hidrología y la biogeografía. Los estudios de Geografía Regional se sirven de estas diversas técnicas al apoyarse en relaciones ecosistémicas espaciales, sin desestimar las técnicas cuantitativas como aporte metodológico. Su sistematización comenzó a inicios de la década de los ochenta con los trabajos de Naveh y Lieberman (1984) y fue actualizada por Forman (1995).

La “*Geografía Postmoderna*” intenta incorporar una visión espacial a los estudios sociales críticos. Fue sistematizada inicialmente por Soja (1989). Su objetivo principal es superar las fuertes limitaciones impuestas por corrientes que reducían la perspectiva marxista al entendimiento del espacio geográfico como un simple reflejo de las relaciones capitalistas de producción en una escala global, por lo tanto, para actuar sobre éste de forma satisfactoria se debía incidir, ante todo, sobre la estructura económica que desde el punto de vista del marxismo estructuralista era la más aglutinadora y, principalmente, responsable del comportamiento de las demás estructuras constitutivas de la realidad. Así pues, bajo esta perspectiva el espacio geográfico quedaba relegado a estudios que podrían ser considerados pertenecientes a otras disciplinas enmarcadas en las ciencias sociales (Massey 1985). Se apunta, pues, a la construcción de una “*Teoría social crítica*” que en última instancia incorporara como proveedora de conocimientos espaciales a la Geografía Humana a través de sus cinco grandes orientaciones: población, agraria, industrial, transportes y comercio y urbana.

La “*Geografía Automatizada*”, con un intento de sistematización inicial realizado por Dobson (1983a, 1983b, 1992 y 1993) y cuyo debate ocupó dos

foros de discusiones de la revista *The Professional Geographer*, genera una disertación respecto al impacto de la inclusión de las modernas tecnologías digitales en la investigación geográfica actual y un avance en esta línea fue la sistematización llevada a cabo por Pickles (1995). Desde el punto de vista de los límites del espacio geográfico, la automatización perfeccionaría la perspectiva cuantitativa de construcción regional rescatando la tradición racionalista. En este marco, las Tecnologías de la Información Geográfica han tenido la ventaja de devolver a la Geografía su identidad cartográfica y analítica frente a la situación marginal en la que estaban quedando. Algún autor ha equiparado la información geográfica con la exploración moderna; nos aporta información y medidas del mundo real; podemos ver más lejos y más profundamente que antes, cartografiar más de lo que está presente en el espacio, plantearnos preguntas antes inimaginables, simular y predecir las distribuciones y los modelos futuros. También se ha dicho que las Tecnologías de la Información Geográfica han representado una revolución para el análisis espacial semejante a la que supuso el análisis exploratorio de datos con paquetes estadísticos en los años 1970. Algo que ha sido capaz a todas luces de cambiar el rumbo de la disciplina, aunque siempre que se haga el uso apropiado, como expone Gómez (2001). Es evidente que no se debe caer en errores anteriores, como los que ya cometió la geografía cuantitativa en sus primeros momentos. Por ello durante los próximos años será necesario reflexionar sobre el uso útil para los geógrafos de estas tecnologías y consensuar que las mismas son compatibles con el manejo y dominio de la descripción y el análisis territoriales.

3. LAS TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS: EL LENGUAJE DEL GEÓGRAFO

Desde siempre, *«la cartografía es al mismo tiempo lenguaje de los geógrafos, su manera de abrirse a las demás ciencias y su disciplina»* (George 1979, 11). Como reconoce el propio George esta afirmación ha sido mal expresada en muchas ocasiones: se ha atribuido al geógrafo la responsabilidad de todo aquello que presentaba un aspecto de distribución espacial en la superficie de la tierra, lo cual rebasa con creces su competencia real y su propio interés. Con ello se confunde cartografía con geografía. Todos sabemos que la cartografía es el instrumento de expresión que hemos usado los geógrafos para representar los resultados adquiridos por la geografía, pero también es en sí misma una técnica que se puede ser utilizada para la proyección en el espacio de cualquier concepto o acción sin que tal concepto o tal acción forme parte de un sistema de relaciones geográficas. El mapa tendrá carácter geográfico cuando exprese una relación, lo cual supone el conocimiento del espacio partiendo de diversos sectores de análisis; aunque conviene aclarar que los mapas elaborados con la finalidad

de proyectar en el espacio una sola serie de datos (geológicos, sociológicos, etc.) también son útiles para el geógrafo (George 1979).

Actualmente se dispone de muchas técnicas, para la representación de los datos, para describir, representar, almacenar y generalizar información, entre ellas, destacan el mapa y los SIG. Mucho se ha dicho sobre los mapas. Cada civilización ha generado una visión propia del mundo. El ser humano ha tenido desde siempre un impulso cartográfico. La percepción del espacio y el desarrollo de estructuras cognitivas capaces de explicarlo vienen desde las sociedades más primitivas hasta nuestros días. Sin embargo, la historia de la cartografía no se inicia hasta la fase de razonamiento abstracto, que se tradujo en la primera actividad observable de representación cartográfica, esto es, el trazado de un mapa en un material cualquiera. Al sustituir en la cartografía el espacio real por el espacio analógico, el ser humano fue adquiriendo un dominio intelectual sobre el mundo y, en definitiva, poder. En muchas sociedades, los mapas son anteriores a la escritura y a la notación matemática, y hasta el siglo XIX no constituyeron la parte de la ciencia moderna que conocemos con el nombre de Cartografía, de modo que tardaron en arraigar hasta lo más profundo de nuestra cultura (Harley 1991).

A través de los nuevos enfoques de la historia de la cartografía podemos entender mucho mejor la finalidad de la creación de mapas. Pocos son los aspectos de la actividad y el pensamiento humanos que no hayan sido objeto de representación gráfica en una u otra época. Cuanto más se explora el ámbito de los mapas en las principales culturas del mundo, más se alarga la lista de las distintas actividades a las que han sido consagrados, utilizándose tanto para las prácticas y prosaicas como para las más aparentemente especulativas. Tanto en las sociedades occidentales como en las orientales, la cartografía combina invariablemente lo objetivo con lo subjetivo, la práctica con los valores, el mito con el hecho comprobado y la precisión con la aproximación (Harley 1991).

Dentro de los numerosos métodos de representación gráfica existentes, el mapa es quizá el que mejor se adapta a las características del trabajo geográfico. Como ya señaló Schaefer (1953) se trata de un instrumento especial de generalización y análisis que no es usado por ninguna otra ciencia tanto como por la Geografía; es la herramienta distintiva del geógrafo y el documento básico de gran parte de la enseñanza de la Geografía. Harsthorne en su obra *The Nature of Geography* (1939), citado por Harvey (1983, 371), llega a proponer la “siguiente regla práctica” para valorar la calidad de algún estudio: «*Si su problema no puede estudiarse fundamentalmente mediante mapas –normalmente comparando varios mapas-, entonces será cuestionable que pertenezca al campo de la geografía*». Sauer (1963), citado por Harvey (1983, 371) escribe su célebre comentario: «*Que me presenten a un geógrafo que no los necesite constantemente y que no los busque, y tendré mis dudas acerca de si*

no ha errado su camino en la vida... Los mapas acaban con nuestras inhibiciones, estimulan nuestras glándulas, movilizan nuestra imaginación, sueltan nuestras lenguas. El mapa habla a través de las barreras del lenguaje; a veces se le conoce como el lenguaje de la geografía».

Grande es la estima que los geógrafos tenemos por el mapa. En definitiva, el mapa resulta ser una fuente de información de primer orden (distancias, superficies, valores), es también una auténtica base para la investigación al suscitar problemas y facilitar la correlación espacial entre variables, un método altamente selectivo de plasmar las conclusiones alcanzadas en cualquier investigación de carácter geográfico. Como usuario y realizador de mapas (sobre una base topográfica dada) el geógrafo ha debido conocer y emplear una serie de técnicas específicas referentes tanto a la recogida de datos como a su tratamiento y, particularmente, a su expresión gráfica y cartográfica.

En la actualidad los mapas se encuentran en una zona intermedia entre la información previa a su representación y las matemáticas, que ofrecen un enunciado muy general acerca de la estructura de la información espacial. Los mapas han venido siendo tradicionalmente el principal sistema de almacenamiento de datos que poseía el geógrafo. En la actualidad se ha visto suplantado en este papel de inventario o registro por los SIG que almacenan mucha más información con mucha más eficacia. Pero estos sistemas no le sustituyen sino que modifican su función. Ahora se trata de producir mapas automáticamente por medios informáticos con la información de las bases de datos elaboradas de acuerdo a los procedimientos expuestos antes de clasificación.

Hemos observado como la cartografía ha sido base fundamental del trabajo de los geógrafos que la han utilizado como medio de expresión y representación. Al mismo tiempo, el geógrafo la ha entendido como método de integración empírica y de síntesis que le ha permitido analizar y evaluar la difusión y distribución de los hechos geográficos.

A partir de 1945, la cartografía conseguirá avances revolucionarios, quizás en proporción más que en ningún otro periodo, particularmente por el progreso de la electrónica, el advenimiento de los satélites y el uso de la informática. Esta nueva situación, propiciada por los avances técnicos, que ha vuelto anticuados muchos de los antiguos métodos geodésicos y de medición, también ha causado problemas como el de la función del diseñador de mapas y en lo concerniente a la estética y realización de los mismos por el geógrafo. Los programas informáticos actuales proporcionan enormes posibilidades para la generación de cartografía automática (temática o no) pero tienden a obviar cuestiones esenciales de la cartografía como la semiología gráfica, que, por otra parte, es el geógrafo el responsable de ponerlas en práctica cuando realiza un mapa.

Al mismo tiempo, los medios técnicos actuales están cambiando los métodos empleados en la elaboración de cartografía. Los mosaicos de fotografías

aéreas adyacentes que hace unos años eran imposible de realizar mecánicamente son posibles realizarlos ahora con un ordenador personal y un programa informático adecuado; hay quien los considera ya como rápidos y útiles sustitutos de un mapa topográfico. Las limitaciones de cada fotografía, hasta cierto punto deformada por la inclinación particular del avión en el momento de la toma y la variación de la altura sobre la superficie del terreno son defectos solucionables actualmente con relativa facilidad, la inclinación y amplificación de cada fotografía son corregidas y el mosaico completo ajustado a puntos de control terrestres.

Con el advenimiento de la fotogrametría digital hoy día es posible alcanzar un mejor nivel y producir mapas ortofotográficos. Básicamente son mosaicos en los que todos los puntos de detalle en cada fotografía han sido corregidos de manera automática por efectos de perspectiva; y no solamente las líneas y puntos seleccionados y trazados por el operador de la máquina fotográfica de los planos estándar.

Por otra parte, la puesta en órbita de los satélites ha proporcionado nuevos e importantes medios para cartografiar la superficie terrestre, a parte de otro conjunto de análisis que nos permiten las técnicas de teledetección espacial. Aspectos y aplicaciones sobre esta tecnología los veremos en un apartado que sigue a éste.

Otro aspecto que ha venido de mano de las nuevas tecnologías es que todas las aplicaciones cartográficas de carácter digital se basan sobre los datos recogidos de recursos disponibles en el territorio. Nos referimos a las bases de datos cartográficas. La recogida de este tipo de información geográfica se lleva a cabo mediante la realización de inventarios o muestreos estadísticos de dichos datos que además de aportar datos individualizados o agregados vienen situados territorialmente. El conjunto de datos recogidos en esta tarea constituyen lo que se podrían denominar una infraestructura de datos espaciales o infraestructura de información territorial para el uso cartográfico, SIG u otras aplicaciones. La amplitud temática de estos datos territoriales y su coste de recogida hace que esta sea una tarea objeto de innumerables trabajos desarrollados por un amplio número de entidades, la mayoría de las veces del ámbito público como la Administración General del Estado, Ministerios de Defensa, Economía (INE), Hacienda (Catastro, Comercio, Turismo, etc.), Fomento (IGN, Dirección General de Carreteras, Dirección General de Transportes, etc.), Ministerio de Medio Ambiente, Institutos Cartográficos de las comunidades autónomas, entidades locales y sus empresas públicas (Ayuntamientos, Diputaciones, etc.), universidades y centros de investigación, etc. Además de muchas empresas del ámbito privado, compuestas de gabinetes de entidades financieras, servicios de estudios y grupos sectoriales de empresarios, etc. Toda la información territorial mencionada anteriormente debe estar referenciada es-

pacialmente para que tenga sentido introducirla en un sistema informático y que sea útil para la realización de cartografía automática por parte del geógrafo, o cualquier otro profesional que trabaje con ella o lo requiera. La única forma de poder efectuar análisis espacialmente continuos del espacio geográfico, incluyendo propiedades como la ubicación, distribución y flujo, es considerando la componente espacial de la información geográfica. Ahora bien, la diversidad de datos temáticos territoriales existentes, y de inventarios o muestreos estadísticos puede llevar a una gran diversidad de referencias espaciales. Precisamente la diversidad de tipos de datos y métodos de captura genera numerosos problemas a la cartografía. El único factor común de todos ellos es su referenciación territorial. Esta característica asegura la capacidad de interrelacionar la información y la posibilidad de elaboración cartográfica de resultados por integración y comparación de datos. Pero esto solo será posible si todos ellos se basan en el mismo sistema de referencia espacial. Ahora bien, cuando se hace mención al sistema de referencia espacial también debe considerarse que este se encuentra constituido por una sucesión escalonada de sistemas de referenciales, desde la máxima globalización a nivel mundial hasta la referenciación local de la información de detalle. El escalón superior lo establece la definición del Elipsoide, Datum y Origen de coordenadas. El siguiente escalón lo constituyen las Redes Geodésicas, de distintos órdenes en función de la densidad de los puntos que la componen y de la precisión en la determinación de las coordenadas de estos respecto al sistema de referencia global del nivel anterior.

En este marco, aparece la cartografía temática que sitúa en el centro de atención del geógrafo por ser un proceso de interpretación que determina el tipo de representación, que es muy difícil de normalizar, y en el que además pueden intervenir un extraordinario número de especialistas de muy diversas materias (geólogos, agrónomos, biólogos, arquitectos, sociólogos, geógrafos, etc.) con técnicas de análisis y procedimientos de elaboración y representación que les son propios. Como resultado de ello, no existe una norma común de realización o de representación, a veces, ni siquiera dentro de una misma especialidad, menos aún dentro de un mismo estado. Ello puede redundar en la presencia de una serie de problemas y en una dificultad añadida para su uso.

Frente a esta situación, no exclusiva de nuestro país sino bastante generalizada a nivel internacional, nos encontramos actualmente con un amplio desarrollo de la cartografía temática debido a una demanda creciente de este tipo de mapas, acelerado espectacularmente en nuestro país durante los últimos años por diversas razones. Es importante recordar lo expuesto en su momento por Ocaña *et alii*. (1992) y Ojeda (1999):

- La generalizada necesidad de información en nuestra sociedad, y cada vez en mayor medida de información geográfica, ya que la mayor par-

te de las actividades humanas se desarrollan en el espacio y este espacio es una variable esencial y estratégica en su desarrollo (actividad turística, navegación, marketing comercial, etc.).

- El impulso en la investigación territorial y aplicada basada en los elementos gráficos y cartográficos. La aplicación de la informática en Geografía en el campo de los SIG y de la cartografía temática asistida por ordenador abrió en su día una etapa nueva dentro de las relaciones que la cartografía juega con la investigación geográfica. La posibilidad de derivar y generar información espacial a partir de otras informaciones, de sintetizarla, manipularla con un fin analítico, añadir atributos temáticos, superponer capas de informaciones es la base de las grandes posibilidades de generación de cartografía temática a partir de un SIG.
- El mapa es el elemento de ordenación por excelencia, por lo tanto la planificación territorial como la urbanística demandan un creciente volumen de información cartográfica de carácter temático (mapas de usos del suelo, de vegetación natural, de pendientes, hipsométricos, etc.) para la toma de decisiones territoriales, así como para su gestión y seguimiento. En algunos casos, la propia normativa exige determinados tipos de cartografía temática.
- El creciente interés por la relación entre las actividades humanas y el medio ambiente, así como el consiguiente desarrollo de la planificación ambiental, está demandando un enorme volumen de cartografía temática para un mejor conocimiento del medio y para el desarrollo sostenible.
- Las propias características del mapa como documento visual capaz de transmitir una importante información de forma sintética, y casi el único con capacidad de mostrar las relaciones espaciales de los diferentes elementos del territorio, le erigen como un instrumento de enorme valor intrínseco para múltiples usuarios.
- La aportación de las nuevas tecnologías está facilitando la elaboración y representación cartográfica, a través de formas novedosas de mostrar la realidad, introduciéndose de forma generalizada recursos gráficos de gran poder y repercusión en el usuario final: animaciones cartográficas, vistas en tres dimensiones, aplicaciones multimedia (muchos Atlas son ahora digitales), etc.
- La innovación tecnológica (Internet, por ejemplo) están permitiendo la difusión cartográfica de manera excepcional. Las nuevas necesidades y demandas relativas a la dinámica temporal y espacial de los fenómenos terrestres determina una difusión dinámica de la información geográfica y de su plasmación cartográfica. Hay necesidad de disponer de infor-

mación para los elementos territoriales a observar que poco tienen que ver con las formas en que muchos mapas se representan si su destino será la impresión por cualquier periférico para la salida gráfica.

Todo ello obliga a enfrentar nuevos retos desde tres perspectivas: 1) ¿La innovación tecnológica está imponiendo un revisión conceptual del papel de la cartografía?; 2) La nueva formación en cartografía; y 3) La información geográfica digital que deben generar los geógrafos como productores de cartografía temática en el marco actual y con previsión futura.

Hemos venido comentando que el impacto de las nuevas tecnologías está cambiando las formas de aproximación al objeto de la cartografía, permitiendo obtener nuevas visiones y enfoques provenientes de disciplinas innovadoras e integradoras, como el medio ambiente o como la geografía misma. Se reflejan nuevas necesidades y demandas relativas a la dinámica temporal y espacial de los fenómenos. Hemos visto que hay necesidad de disponer de información básica sobre los componentes territoriales, pero también de información analítica, elaborada por profesionales expertos que infunden en este análisis su impronta o su crítica, directa o indirectamente. Se vislumbran cambios de modelos de representación y expresión espacial que indican un cambio conceptual en la cartografía: necesidad de integrar el relieve de forma dinámica, necesidad de cambiar los conceptos representados como trama de usos del suelo y cubierta vegetal, necesidad de revisar los conceptos de fiabilidad del mapa, etc. Las nuevas tecnologías, el SIG, la teledetección, la cartografía asistida por ordenador, están aportando nuevos conceptos sobre lo territorial a través de sus peculiaridades: universalidad, adaptación a los nuevos ritmos de cambio impuesto por el hombre sobre el territorio, diferentes escalas de representación, representación dinámica, etc. También podemos constatar que el mundo de la cartografía actual es un mundo de información territorializada que favorece al geógrafo. Los defectos achacados a la disciplina de querer abarcarlo todo y de tomar conocimientos de unas y otras ciencias es demandado ahora que tanto empieza a hablarse de la creación de grupos pluridisciplinarios de trabajo, huyendo de las identificaciones profesionales exclusivas en el ámbito cartográfico.

Ya, en la década de los noventa del siglo pasado se planteaban las siguientes cuestiones: ¿qué pasa con la formación del geógrafo?, ¿en las universidades se podrán seguir haciendo la formación del modo clásico? La magnitud del cambio era notable, con repercusiones técnicas y culturales de envergadura. Un cambio ya iniciado en disciplinas técnicas como telecomunicaciones, informática o industriales, que se extiende por disciplinas sociales como económicas, empresariales, psicología o derecho, pero que pronto deberá llegar a disciplinas como geografía, ambientales o turismo. El panorama actual apunta

que en muy pocos años el factor decisivo no va a ser ni la tecnología en cuanto tal ni la cantidad de información, sino el acceso a esa información, acceso en el sentido de ofrecer la información adecuada para cada tipo de usuario y educar a los profesionales, geógrafos en nuestro caso, para aprovechar las evidentes ventajas de la nueva coyuntura. Se trata, en definitiva, de posibilitar el acceso de los estudiantes desde la universidad a las empresas o administraciones. Si el mercado laboral pide experiencia, ¿cómo adquiere un alumno esa experiencia? No es sólo tener un postgrado o saber hacer análisis espacial. Hay que saber hacer funcionar el programa x, saber a qué fuentes acudir y saber diseñar un proyecto SIG para un caso determinado. Existen programas e iniciativas para introducir estudiantes en las empresas y garantizar la calidad de los becarios; es el caso del programa Leonardo que consiste básicamente en esto. En resumen, la magnitud del cambio es notable, empresas del sector cartográfico y universidades pioneras en el tema de los SIG participan en la construcción de este nuevo contexto académico-profesional.

Por último otro reto, la adaptación del geógrafo a las nuevas circunstancias tecnológicas. La información analógica fue sustituida por la digital, y ahora la información digital debe ser concebida bajo un conjunto de normas adecuadas que le permitan constituir el núcleo de las denominadas infraestructuras de datos territoriales para su integración en un SIG. Por tanto, la cartografía digital que ahora se genere no debe ser como la cartografía tradicional dirigida a su visualización, sino que deberá pasar a formar parte de un conjunto formado por las bases de datos topográficos, preferiblemente en tres dimensiones, que recojan la información cartográfica captadas por los sensores remotos utilizados en el proceso cartográfico; por las bases de datos cartográficos en dos dimensiones, como transformación directa bidimensional de las bases topográficas; por bases de datos en las que se incorporan como objetos cartográficos los resultados de la simbolización; por conjuntos de ficheros de ortofotografías y ortoimágenes digitales; y por cartografía digital temática.

De este modo, el geógrafo, ha pasado a ser productor de información cartográfica digital. Las nuevas tecnologías han cambiado nuestras perspectivas profesionales. En la elaboración cartográfica tradicional se solía prescindir del usuario final o de otros usuarios que fuesen los propios investigadores o usuarios afines, con la cartografía digital se abre ahora un nuevo horizonte, el conjunto de usuarios no expertos que demanda cartografía de consumo, para navegadores de automóviles, para atlas multimedia, para Web cartográficas, para páginas amarillas, mapas que servirán de fondo cartográfico en los que más importa la información que está encima por su valor añadido que el fondo mismo. En síntesis una creciente demanda de información geográfica cada vez más específicos y con una fuerte carga de trabajo informático...y también geográfico.

4. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. EL INSTRUMENTO GEOGRÁFICO POR EXCELENCIA.

Seguramente el teorema más conocido de las matemáticas es que el dice que la suma de los cuadrados de los catetos en un triángulo rectángulo es igual al cuadrado de la hipotenusa. Este teorema, atribuido a Pitágoras, cautiva por su sencillez... y su magia.

Sin embargo, aparece con el teorema la pregunta: ¿dónde están esos triángulos de los que habla? Y entonces nos damos cuenta de que vivimos en un planeta parecido a una esfera, que a su vez se halla inmerso en un universo curvo por la presencia de masas donde hablar de rectas parece ya no tener sentido. Así pues, podemos tratar la geometría de Euclides como una aproximación lineal a la realidad, o lo que vemos de la realidad. Pero ¿cómo es entonces lo que vemos?. Desde luego, el universo no es “sencillamente” curvo, los planetas no son esferas perfectas, ni los abetos conos, ni las montañas pirámides, pero nosotros utilizamos estos argumentos así porque es una manera de entender las creaciones de la naturaleza (incluidas las creaciones del hombre), que nos ayuda a comprender tanto las formas que toman las nubes, las distintas siluetas y formas de las montañas, los colores que diferencian los usos del suelo... Es decir, toda imagen que hayamos visto dibujada en la realidad. No obstante, estas imágenes del mundo real no son fáciles de “ver”, y por ello nos pasamos el tiempo intentando describir lo complejo. Para eso nacieron los Sistemas de Información Geográfica, ofreciéndonos la posibilidad de estudiar lo que sucede, tal y como nosotros vemos que sucede. Es como asomarnos a una ventana y ver una nueva geometría de la realidad.

Gran parte de la práctica y de la filosofía de la geografía han dependido del desarrollo de un instrumento que permitiera manejar la distribución de objetos y fenómenos en el espacio. En su concepción más simple equivalió a definir y utilizar un sistema de coordenadas (como son la latitud y la longitud) para dotar de localización absoluta a los objetos y los hechos; si bien este sistema constituyó un lenguaje espacial sencillo, ha sido durante mucho tiempo extremadamente útil para examinar la distribución de los fenómenos espaciales y analizar las relaciones entre ellos. Actualmente, en una concepción más compleja, hallamos los Sistemas de Información Geográfica, cuyo propósito principal es ordenar y representar la información geográfica mediante un lenguaje espacial: la geometría. De la relación entre la Geometría y la Geografía surge el análisis espacial. Como expone Harvey (1983, 204) «*quizá parezca pretencioso llamar lenguaje a ese sistema, pero, de hecho, equivale a esto*». Para conseguir sus objetivos, el geógrafo debe acudir necesariamente a un lenguaje espacial apropiado para: «1) *determinar distribuciones espaciales y leyes moformétricas que rigen a estas distribuciones, y 2) examinar el fun-*

cionamiento de los procesos y las leyes que los gobiernan, en un contexto espacial» (Nystuen 1963, citado por Harvey 1983, 204).

La magia de este instrumento reside, al final, en que es un sistema concebido desde una perspectiva exclusivamente matemática (e informática si se quiere) y geométrica. No hay que aceptar postulados físicos anteriores, ni partir de principios experimentales. Es un instrumento que no pretende explicar, simplemente describir. Por eso podemos utilizarlo para simular, para describir las estructuras espaciales que aparecen con el paso del tiempo, por eso podemos pensar en él como la geometría de la realidad, unas nuevas gafas que nos permiten descubrir nuevos detalles, para, eso sí, intentar explicar y predecir.

Pero entendemos que en esto se puede aunar conocimiento científico o sentido común. Cuando hacemos alusión al término descripción, la mayoría de las veces nos referimos a algún tipo de descripción cognoscitiva. Nuestro interés no es contentarnos con describir fenómenos o hechos a capricho sin un orden sino que intentamos introducir algo de coherencia en nuestras descripciones, haciéndolas racionales y dignas, de forma que resalte aquello que hayamos entendido de un situación, estructurando las observaciones descriptivas con el fin de cumplir un objetivo previamente determinado. Para realizar estas tareas necesitamos una metodología geográfica que debe consistir en profundizar en lo que debe ser una descripción rigurosa de los fenómenos geográficos. Para describir los fenómenos geográficos no queda más remedio que usar un determinado instrumental, un determinado juego de conceptos y trabajar de ahí en adelante como si la porción del mundo objeto de estudio que esos conceptos pueden abarcar fuera el mundo completo. A este trabajo le llamamos análisis espacial. Es un trabajo que sólo puede ser provisional y transitorio, muchas veces efímero, porque todo análisis desembocará en algún momento en una síntesis. Normalmente esa síntesis invitará más tarde a un nuevo análisis, repitiéndose el proceso.

Ahora bien, si nos centramos en el instrumental, es evidente y aceptado el papel que juegan los Sistemas de Información Geográfica en este contexto. Pero, si estamos de acuerdo en la importancia de su utilización, no existe tal consenso en las aproximaciones que se hacen hacia él. Simplificando mucho, consideremos las dos aproximaciones más extendidas: la que podríamos denominar de sentido común y comparémosla con una aproximación científica y hagámoslo mediante un ejemplo de un juego. Comparemos al usuario que utiliza los SIG desde el sentido común con el principiante del juego de ajedrez, y al usuario que lo aborda desde una perspectiva científica con el jugador experimentado. El principiante sabe que las piezas del juego son el Rey, la Reina, etc., y que cada pieza es un muñequito que se mueve sobre el tablero, de esta manera si pero de esta otra no. Esta es la visión o aproximación del usuario que usa el sentido común en el SIG, ejemplificada sobre el juego del

ajedrez. Por su parte, el jugador avezado tiene otro concepto muy diferente: poner atención que se trata de una diferencia conceptual y no simplemente de una diferencia de opinión. El caballo, por ejemplo, es el conjunto de todas las movidas que son posibles para esa pieza en cada contexto del juego. Mover el caballo, entonces, no es pasar esa pieza de una casilla a otra, sino alterar en una forma integral las movidas posibles de esa misma pieza y de todas las otras que están sobre el tablero. Cada pieza es un conjunto articulado de posibilidad de juego. Nótese que este concepto avanzado de lo que el caballo tiene naturaleza cambiante, porque hemos incluido en su definición la referencia al contexto, y ese contexto va siendo cada vez más rico conforme el jugador se familiariza más y más con el mundo del ajedrez (con el mundo real). El jugador profesional, el avezado entre los avezados, llega a tener el concepto más rico de todos: las piezas en realidad no existen en sí mismas, sino solo como puntos de mayor densidad en un tablero dinámico que es una configuración total de movidas posibles. El juego consiste ahora en pasar de una configuración total a otra configuración total, no en mover una pieza de un lugar a otro. Diríamos que el principiante tiene un concepto atomista del juego (el juego, como un conjunto de piezas) y que el avezado tiene un concepto contextualista del juego (el juego, como una estructura). Ambas pueden ser opciones o aproximaciones válidas, pero evidentemente la segunda es preferible a la primera en el empleo de los Sistemas de Información Geográfica, ya que utilizan un lenguaje lógico referido al espacio, a los componentes del territorio reducibles geoméricamente. La diferencia entre una u otra no es de opiniones, sino de concepción, es decir, de marco lingüístico, de lenguaje, natural en un caso y lógico en el otro, y por tanto, de método.

El propósito principal de este ejemplo era demostrar cómo el lenguaje que adoptemos para examinar formas espaciales reflejará muchos supuestos acerca de la naturaleza de los fenómenos y de los procesos, y al mismo tiempo creemos que se demuestra cómo se puede posicionar el geógrafo para ordenar y analizar la información geográfica mediante un lenguaje espacial. La cuestión que se plantea es tratar de examinar la lógica subyacente a cualquier sistema de información geográfica y de formalizar el método de ordenar espacialmente la creciente masa de información de que disponen los geógrafos. Creemos que el geógrafo puede emplear un lenguaje lógico para describir el espacio y un lenguaje natural para explicarlo. Ambos constituyen «*dos lenguajes, dos sistemas de signos de una misma geoestructura*» (Estébanez 1987,137).

Generalmente se acepta que los antecedentes del análisis espacial hay que buscarlos en la década de los años treinta, cuando, comienzan a producirse aportaciones decisivas en el estudio del espacio geográfico desde una perspectiva geométrica; recordemos a Christaller y las teorías de los economistas espaciales. Ullman (1956) sentó las bases de la interacción espacial con su

famosa tríada (complementariedad, transferibilidad y oportunidades intervinientes). GARRISON (1960), Nystuen y Dacey (1961) y Kansky (1963) introdujeron la consideración de los elementos topológicos en el análisis espacial al aplicar la teoría de grafos al análisis de redes. Posteriormente Nystuen (1963) profundizará en conceptos como la distancia, la orientación y la localización relativa.

La evolución posterior situará, como se sabe, a la geografía cuantitativa, en cuanto a su tradición temática, en la tradición geométrica, es decir, en el estudio de la diferenciación del espacio en la superficie terrestre, la preocupación por la localización y la distribución espacial. La Geografía sería según esto el estudio de dónde se sitúan las cosas (Bosque 1986). Y así lo expresa Schaefer citado por Bosque (1986, 50): *«la ciencia se refiere a la formulación de leyes que rigen la distribución espacial de ciertas características en la superficie terrestre [...] Lo que importa en Geografía son las relaciones espaciales y no otras»*. La misma tradición geométrica que inspiraba a la escuela geográfica dominante en Estados Unidos hasta ese momento, estructurada teóricamente por Hartshorne desde 1939, y que era una variante de la Geografía regional de inspiración francesa. Así pues, en estos aspectos la geografía cuantitativa suponía cierta continuidad con lo ya existente, mientras que en los aspectos metodológicos el cambio era radical y la ruptura total.

Estébanez (1987) distingue dos momentos de la producción científica mayoritaria de esta corriente de pensamiento, hasta los años sesenta, fundamentalmente y las décadas de los años setenta y ochenta en adelante. En un primer momento los trabajos de los primeros geógrafos cuantitativos fueron *«muy pretenciosos en su alcance, poco matizados, reduccionistas y no exentos de un dogmatismo excluyente»*, según las palabras de Estébanez (1987,131). En una segunda época, la mayoría de los cuantitativos se alejarán de estos planteamientos y su producción científica estará identificada por la cuantificación, es decir, descripción y expresión de los resultados de forma precisa, a través de la estadística y de la formalización matemática. Durante avanzada la década de los ochenta, muchos geógrafos intentan separar las técnicas cuantitativas del positivismo y emplearlas en la descripción y en el análisis geográficos, en una estructura *«teóricamente agnóstica que presta poca atención a teorías, hipótesis y leyes»* (Johnston, citado por Estébanez 1987, 132).

De este modo, las técnicas de análisis son una característica notable de la geografía cuantitativa desde sus comienzos como corriente de pensamiento. En los años cincuenta y sesenta una de sus principales actividades consistía en la importación de técnicas de análisis matemático para su empleo con datos de carácter geográfico. Según expone Bosque (1986) la geografía cuantitativa se constituye en un banco de pruebas de instrumentos analíticos provenientes de la Econometría, de la Psicometría y de la Biometría que,

una vez adaptados a las necesidades geográficas, se emplearán en todas las demás subdisciplinas de la Geografía. Posteriormente en los años ochenta se tomaran de la Geostatística, la rama matemática de la Geología, los procedimientos de interpolación en la construcción de mapas de isolíneas, base de los primeros programas de cartografía automática, como el SYMAP. Pero previamente, dentro de la cartografía y la modelización cartográfica se habían producido desarrollos decisivos. Tobler (1959) y su equipo venían consiguiendo importantes avances en el campo de la cartografía automática en la Universidad de Washington. Desde otras disciplinas se hacían aportaciones como la de McHarg (1969), arquitecto paisajista, que ensayaba con éxito una metodología para la planificación territorial basada en la superposición de mapas, técnica ampliamente conocida por los geógrafos desde los años treinta, como Vernon Finch (Dobson 1992) o posteriormente Fisher que la utilizaba como técnica de muestreo factorial para identificar relaciones entre atributos en los que se dan interacciones múltiples (Harvey 1983). La superposición topológica de capas de información constituye, como se sabe, una de los aspectos más destacados de los SIG.

En este sentido, la Geografía mantendrá, a través de la geografía cuantitativa, contactos con otras ciencias no geográficas tales como las propias Matemáticas, Física y, sobre todo, Econometría, Psicometría, Sociología matemática y recientemente la Informática, planteándose como tarea principal la elaboración de nuevas herramientas matemáticas e informáticas adecuadas al estudio de los datos geográficos. Fueron, pues, los aspectos instrumentales y analíticos propios de la geografía cuantitativa y, sobre todo, ese papel de puente entre las ciencias mencionadas y nuestra disciplina, los factores decisivos que posibilitaron la participación de los geógrafos en la elaboración y diseño del primer SIG, propiamente dicho, y al mismo tiempo, nos hicieron partícipes de la revolución informática de los años ochenta. Es el “*efecto boomerang*” o “*boomerang epistemológico*” que denomina Gutiérrez (1997). Efecto boomerang en cuanto que una vez que los modelos han sido aplicados con éxito en la informática, puede darse un efecto boomerang sobre la geografía, la cual pasa a beneficiarse de las mismas técnicas informáticas que ella inspiró. Es decir, la misma técnica, al ser refinada y hecha más rigurosa en su versión computacional, es retomada en aplicaciones directamente geográficas. Y boomerang epistemológico en el sentido de que la distinción entre “ciencias duras” y “ciencias suaves” ha comenzado a perder sentido por obra de la utilización de los ordenadores tanto en unas como en otras. Pero esta vez no es porque las ciencias suaves se hayan hecho duras sino, curiosamente, porque las ciencias duras se están haciendo suaves, algo al menos visible en lo que se refiere a la informática.

Es de común aceptación que el análisis espacial y cartográfico es la base conceptual en el desarrollo de los SIG. Al mismo tiempo, se puede concretar

su desarrollo con el segundo momento de la geografía cuantitativa que hemos mencionado, en la década de los años setenta, cuando se comprueba su validez para lograr sistematizar y hacer generalizaciones descriptivas; aunque las primeras experiencias con estos sistemas datan de mediados de la década de los sesenta. Hägerstrand (1952) se interesó por el análisis de las superficies; en sus modelos de difusión de innovaciones se basó en la compartimentación del espacio por medio de una retícula regular, que creemos puede constituir en sí, un antecedente de los fundamentos básicos de los SIG raster. Por su parte los SIG vectoriales más básicos se fundamentan en la geometría de objetos espaciales como la línea, el punto y las áreas. Bunge (1962) en su obra *Theoretical Geography* los califica como elementos fundamentales en Geografía y Berry (1964) considerará que son particularmente útiles para el muestreo espacial aleatorio como medio importante de generalizar, a partir de un número pequeño de observaciones, a un área mucho mayor.

En síntesis, se considera que los software SIG actuales de carácter vectorial, siguiendo a Gutiérrez y Gould (1994), se formulan con base a los elementos geométricos básicos del análisis espacial (puntos, líneas y polígonos) y la matriz de información geográfica de Berry, pero tomando como referencias directas numerosos aspectos y conceptos geográficos: los sistemas de coordenadas, la superposición de capas, etc., los cuales hemos ido desgranando a lo largo del desarrollo del apartado epistemológico. Por su parte, según Gutiérrez y Gould (1994), los SIG raster pueden ser puestos en relación con el análisis espacial de superficies y con las estructuras reticulares desarrolladas por autores como Hägerstrand.

Será a partir de los años setenta cuando se difunde el aparato conceptual y metodológico que configurará la base sobre la que después se desarrollará la tecnología de los SIG moderna. Muchos de los conceptos geográficos que se habían desarrollado hasta entonces experimentarán en estos momentos un importante proceso de transformación para ser incorporados al espacio digital. En este sentido, aparecen entonces como necesarias las disquisiciones acerca de las capacidades reales de almacenamiento de la información georreferenciada (inventario), la búsqueda racional de aspectos específicos que permitieran poner límites en el espacio geográfico (diferenciación), la posibilidad de integrar en sentido vertical una gran cantidad de capas de información y la integración de espacios a través de su funcionalidad (interacción), la problemática de selección de la información de acuerdo a los objetivos de las investigaciones (significancia) y la incorporación del devenir histórico en las configuraciones espaciales (temporalidad). En la segunda mitad de la década la incorporación de procedimientos informáticos en Geografía estuvo destinada al almacenamiento de datos y a la agilización de los tiempos de respuesta en los procedimientos de análisis espacial, apareciendo como inconveniente

los caminos hacia una referenciación espacial explícita que había sido lograda unos años antes por el Canadian Geographic Information System (CGIS), al realizar mapas de inventario de recursos forestales de Canadá. Con el avance científico-técnico, la magnitud creciente en la cantidad y variedad de la información, derivó en la búsqueda de soluciones. Estas fueron ya abordadas en los trabajos iniciales de Haggett y Chorley (1967), Chorley y Haggett (1971) y Haggett (1969). La solución más destacable fue el avance en el mapa de inventario al separar la base de datos alfanumérica de la gráfica lo que generó una posibilidad ilimitada en la incorporación de datos y su consulta a fin de generar mapas temáticos.

La cuestión relativa a la construcción de nueva información a partir de considerar diversos mapas genéricos, propio del paradigma racionalista, ha sido un procedimiento clave para el uso de Sistemas de Información Geográfica. Esta construcción se lleva a cabo por superposición temática. Pero antes se ha debido realizar una cuantificación inicial de los aspectos cualitativos que van a ser tratados. A través de la observación y de la toma de datos recibimos un gran aporte de información sobre la realidad. Según Harvey (1983, 304), la función de las técnicas de observación es seleccionar y ordenar la información que recibimos de forma que sea manejable y comprensible. «*Mediante este proceso las señales que se reciben de la realidad se escudriñan en pos de mensajes que parezcan ofrecer alguna regularidad o lógica interna*». Pero no podemos admitir o utilizar toda la información que recibimos, como es lógico hay que preguntarse ¿qué información archivar? y ¿qué información descartar?. Esta acción tendrá una enorme trascendencia porque influye directamente en los tipos de preguntas que podremos hacer y en las respuestas que podremos dar posteriormente (Harvey 1983).

Para realizar esta tarea se utilizan una serie de modelos de observación al seleccionar y codificar la experiencia perceptual, los cuales se utilizan para definir, medir y clasificar. Como expone Harvey (1983, 330), «*la clasificación es quizá el procedimiento básico mediante el cual imponemos algún orden y coherencia en el enorme flujo de información que recibimos del mundo real*». Con la clasificación conseguimos que esta enmarañada masa de información sea agrupada en clases o “conjuntos” homogéneos de forma que pueda ser manejada con más facilidad para su análisis. Como se sabe, para ello se utilizan una reglas lógicas que dirigen el desenvolvimiento de los sistemas de clasificación pensadas para asegurar lo lógica interna y la coherencia y unos procedimientos para la clasificación que parten de la selección de las propiedades de la información. Pero como este asunto no es cuestión banal y presenta múltiples dificultades, los geógrafos recurrimos en su día a las técnicas cuantitativas como el análisis preliminar de datos para observar las tendencias generales en la información o el análisis exploratorio por el que podemos

extraer la información contenida en los datos (ESTÉBANEZ, 1987); y a técnicas para identificar similitudes y asignar elementos a grupos, es decir, para poder agrupar fenómenos con una base cuantitativa, como el análisis de componentes principales y análisis factorial o el análisis discriminante, entre otras. Tanto unas como otras no suponen una vuelta al empirismo ciego, sino que constituyen un punto de vista basado en el principio de que el investigador conoce, o al menos debe conocer más acerca de los datos que el programa informático que los maneja. Estas técnicas tienen pues como objetivo, obtener la mayor información útil de los datos.

Coincide el empleo actual de los SIG con una tendencia iniciada a mediados de los ochenta cual es la de examinar y reflexionar sobre los datos, antes que aplicar de forma precipitada métodos avanzados de análisis estadísticos o informáticos con el ansia de obtener resultados lo antes posible. Se acepta de este modo, que la ciencia no sólo avanza mediante la adquisición y acopio de resultados nuevos, sino que su verdadero avance se produce cuando se intenta comprender cómo opera el mundo real, o al menos, una parte de este. En general, se pretende conocer el mundo real partiendo de un conjunto de datos. Siguiendo lo expuesto por Estébanez (1987), la tendencia actual de las ciencias y también en la geografía es intentar comprender el comportamiento de los datos en lugar de centrarse casi exclusivamente en las técnicas de análisis, aunque éstas pueden estar muy relacionadas con la naturaleza de los datos objeto de estudio. Por lo tanto, los SIG en su uso geográfico pueden ser situados en un marco donde la actitud predominante es que el objeto esencial del análisis de los datos no es obtener resultados a partir de un ordenador, sino utilizar el instrumento para poder interpretar los resultados de una forma tal que ayuden a comprender la realidad o una parte de la misma.

En el momento presente los SIG, la Cartografía, la Teledetección, son considerados por las autoridades científicas como técnicas esenciales para obtener resultados interpretables y evitar conclusiones superficiales erróneas. No obstante, el empleo de las técnicas y de las herramientas se debe sustentar sobre un marco metodológico básico: la observación y el análisis cuidadoso de la información, la toma de datos, el procesamiento y la clasificación de la misma, la comprobación y la representación gráfica de la información o de los resultados según sea el caso, son por este orden objeto y procedimiento metodológico esencial en el empleo de los SIG.

En resumen, se puede considerar que el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica es la unión de varias líneas de trabajo hasta ahora diferenciadas. Estas líneas son a) los sistemas de cartografía asistida por ordenador, b) los planteamientos teórico-prácticos como los de McHarg para la superposición de mapas con la finalidad del planteamiento urbano y regional, c) el desarrollo de la teledetección, d) los sistemas de bases de datos y e) los

avances técnicos y metodológicos de la geografía cuantitativa. Un SIG puede suponer, entre otras cosas, la aplicación práctica de las técnicas matemáticas y estadísticas, muy refinadas, creadas por la Revolución Cuantitativa en Geografía. Como expone Bosque (1992, 29): «*Quizás ahora sea posible eliminar la conocida crítica que se ha realizado a este tipo de Geografía: “muchas técnicas complejas y pocos resultados prácticos”*».

5. NUEVAS FORMAS DEL ENFOQUE APLICADO Y SU RELACIÓN CON LAS TÉCNICAS Y LOS INSTRUMENTOS DE USO GEOGRÁFICO

Como hemos visto los instrumentos como los Sistemas de Información Geográfica, la Teledetección Espacial y la Cartografía Automática han pasado a ser un lenguaje de comunicación entre los geógrafos, y entre éstos y muchos otros. Esto comporta no olvidar, como siempre se ha venido postulando en nuestra ciencia, el valor del mapa en esto, valor que radica es ser la síntesis concreta realizada a una escala que permita captar y expresar todos los sistemas de relaciones. Ya lo hemos expuesto más arriba. En este sentido, George (1979) ya expuso que el mapa se constituye en un documento complejo y, tanto por necesidad técnica de representación como por deseo de expresividad, es selectivo. Afirmaba que justamente el arte del geógrafo cuando elabora cartografía reside en mostrar el mayor número de datos correlativos en un mismo mapa. «*Cualquier mapa geográfico es ya una síntesis, y presenta una o varias formas de relaciones, pero sólo a partir de un importantísimo número de síntesis parciales es cuando se pueden conseguir unas imágenes globales*» (George 1979, 105).

La Cartografía temática, los SIG y las nuevas tecnologías están teniendo una gran incidencia sobre la formación del geógrafo para su desarrollo profesional, y decir que esta es un aspecto fundamental para aumentar su preparación para hacer al mercado de trabajo y que será decisivo educar profesionales para el nuevo contexto, quizás sea algo obvio. Lo es si pensamos solo en la formación del alumno, pero si aludimos a la del profesor, no lo es tanto. La innovación tecnológica y sus ritmos obligan al profesor de geografía que imparte materias relacionadas con técnicas dependientes de la evolución tecnológica a permanecer alerta permanentemente y a actualizar constantemente sus conocimientos y métodos de enseñanza. Si bien no se puede caer en la dinámica vertiginosa de la tecnología informática, porque te engulle y se descuidan otras actividades geográficas, no se puede optar tampoco por una actitud pasiva, ya que se pueden estar impartiendo unos conocimientos basados sobre una tecnología obsoleta en cuestión de meses. Esto obliga a una formación continua del profesor, aunque si esto es lógico en la mayoría de

las materias, lo es más en las que hablamos. Y al mismo tiempo, actualizar y revisar el programa docente todos los cursos académicos. Pongamos algunos ejemplos: en los programas de las asignaturas de SIG y Cartografía temática del año 1997, primer año que impartimos dichas materias, había un tema sobre los ordenadores que los describía: la CPU, el monitor, las memorias RAM y ROM, etc. Hoy cualquier adolescente de las enseñanzas medias dispone de un ordenador y sabe perfectamente de sus características. Igualmente por esas fechas los alumnos trabajaban con un software de prácticas en la actualidad totalmente obsoleto, nadie trabaja hoy día con una versión de un programa para cartografía o SIG de hace cinco años, todos queremos trabajar con las últimas versiones, que por cierto salen cada año. Nosotros mismos empezamos en 1989 a manejar un software SIG, versión muy novedosa por aquellas fechas, que no era capaz de manejar información vectorial y raster conjuntamente, en nuestros días esto es inconcebible. Es más, respecto al sistema operativo, los alumnos actuales de la licenciatura desconocen completamente que existía un sistema operativo que se llamaba MS-DOS, pero de eso no hace más de quince años, y no cincuenta. La innovación tecnológica ya no es algo ajeno de la geografía. En este contexto ninguna disciplina creemos que lo sea.

Al mismo tiempo, el uso de las técnicas y los instrumentos en Geografía supone otra elección: la de los límites mismos del territorio que se pretende describir. Aquí entroncaríamos con el concepto de región considerado a lo largo de la evolución del pensamiento geográfico. Sustituido ahora por el de territorio. Pero cualquiera que sea la delimitación que se haga, la observación y la experiencia ha demostrado que los límites son artificiales en la mayoría de los casos, sino en todos. Esto llevó a sustituir la idea de investigación de un espacio finito por la determinación de un complejo de fuerzas de acción, la región ya no podrá expresarse en términos de espacio delimitado sino en términos de flujos y tensiones. Ahora la noción de región polarizada se confunde con la de región centrada en una ciudad o en un sistema que difunde el poder político. Y es aquí donde la geografía se topa con un dilema importante: el de ilustrar los hechos sin confundirse con ellos (lo que en definitiva, sería el posicionamiento con el poder y la acción que los configura). ¿Entraríamos en concebir la geografía como una disciplina comprometida con la objetividad, o simplemente comprometida con la realidad? George (1979, 115) lo expone del siguiente modo: *«La geografía regional modifica estructuras, rompe equilibrios; cualesquiera que sean sus intenciones, sirve a determinados intereses y se compromete a otros. La geografía regional permite hacer, por adelantado, el balance de cada forma de acción, y por ello es por lo que puede justificar sus selecciones. Pero la objetividad se detiene al nivel de cualificación de las opciones y de la prospectividad de sus consecuencias. Entre un análisis de los antagonismos de una situación y de los frenos y de los obstáculos para*

un desarrollo, y la decisión deliberada de suprimir todo lo que obstaculiza la realización de un programa elegido, hay un margen ético».

Pero en este marco ¿qué papel pueden jugar las tecnologías de la información geográfica? El fundamento estaría en la distinción entre espacio geográfico real y espacio geográfico computacional, si bien el segundo deriva del primero, son esencialmente diferentes. Precisamente la diferencia fundamental radica en que el primero proporciona al geógrafo unas manifestaciones visibles a través de imágenes y éste pasa una especie de filtro, determinado por su percepción y utilizando la abstracción, que produce una primera transformación conceptual de la realidad, en la cual las entidades y relaciones reales pasan a ser entidades y relaciones representadas. Se genera así un modelo conceptual que será el que se incorporará al entorno informático para su tratamiento y análisis. Se parte de una regla fundamental, se admite que no es posible representar los conjuntos más que después de haber expuesto las características y la dinámica de cada uno de los elementos que entran en su composición, de tal suerte que el proceso conceptual debe comprender un balance analítico previo y unas síntesis parciales sucesivas relacionadas entre sí que harán cada vez más inteligibles una síntesis final. El proceso no termina aquí ya que al modelo conceptual se le debe definir las entidades que serán codificadas o geocodificadas (localización y representación gráfica). De esta forma se crea el modelo digital de la realidad. Como se ve el mundo real, el modelo conceptual y el modelo digital van recorriendo un camino de simplificación (de abstracción si se prefiere), razón por la cual, la interpretación de este último modelo de representación espacial no puede realizarse únicamente con conocimientos informáticos, sino que se requiere la confluencia de un conocimiento teórico (académico) que permita analizar la realidad en diferentes niveles.

Enlazando con todo esto, otro aspecto que nos parece especialmente interesante es el de la reflexión sobre el proceso de separación de la geografía académica de la geografía profesional. Como se sabe y han manifestado numerosos autores, el proceso de institucionalización académica o universitaria de la geografía en la época contemporánea supuso el origen de la geografía actual desde finales del siglo XIX, tras un periodo de ocaso o retroceso de la geografía que la lleva casi al borde de su desaparición, casi antes de haber nacido como ciencia. De este germen surge la comunidad científica de los geógrafos, que llega hasta nuestros días. Pues bien, ahora nos encontramos en una encrucijada similar a la de aquella época, pero en estos momentos, las circunstancias actuales conducen a la consolidación de una comunidad profesional de geógrafos. Los factores que conducen a la formación y consolidación de esta comunidad profesional de geógrafos están directamente relacionados con la apertura o acceso a las instituciones y a la profesión “liberal” de los licenciados en geografía, que hacen de sus conocimientos geográficos una aplicación

práctica sobre problemas concretos. Un ejemplo de ello ha sido la aparición de asociaciones de geógrafos profesionales y de un colegio de geógrafos.

Actualmente los licenciados en Geografía, y en un futuro cercano los especializados (los graduados) en ella, están o estarán ocupando puestos de trabajo definidos especialmente para geógrafos en las Administraciones Autonómicas y Locales, principalmente; puestos de responsabilidad en muchos casos; se están o estarán integrando en consultorías, empresas y gabinetes de estudios privados; realizan o realizarán tareas de planificación participando en planeamiento sectorial y urbanístico, control administrativo, en evaluación ambiental; se integran o integrarán, en definitiva, en grupos de trabajo donde realizan una importante labor. Es el enfoque aplicado de la Geografía.

No es esta una cuestión banal en el marco actual, ni nunca lo ha sido. Partimos de una base, creemos que es incuestionable que el geógrafo pretende ser útil a la sociedad. Pero la geografía sólo puede ser útil a condición de que no se vea implicada con el poder ni integrada en una política determinada. En la evolución histórica del pensamiento geográfico es fácil comprobar como en unos momentos se han sentido unos deseos irrefrenables de participación en el poder y en otros se han producido reacciones feroces con éste y sus políticas sobre todo en los concerniente a sus implicaciones sociales y territoriales. Surge entonces una cuestión, ¿es posible desarrollar una geografía aplicada no integrada en un política y por tanto, con posibilidades de crítica? Es evidente que difícilmente, pero ¿imposible?, creemos que no. De cualquier forma, es nuestra opinión que la geografía no debe perder sus posibilidades de crítica y quedar por debajo de la decisión. Tiene que poder hacer balances de los errores y de los aciertos; se debe mantener al margen de las posiciones doctrinales y suministrar información y los elementos necesarios para poder juzgar a las políticas por sus obras. Las Tecnologías de la Información Geográfica pueden apoyar tanto una como otra postura, pueden ser utilizadas en uno otro sentido, siendo poderosos instrumentos para apoyar la toma de decisiones, objetiva o subjetivamente.

En el marco actual, descrito sintéticamente, las técnicas de análisis geográfico han adquirido una gran relevancia. En este sentido, podemos partir de la consideración que el geógrafo debe entender el fenómeno cuantitativo, aceptando los métodos cuantitativos como herramientas útiles sin caer en los excesos de algunos geógrafos seguidores de esta corriente, sobre todo, en espacio y tiempo determinados. Somos de la opinión de que las técnicas cuantitativas y los instrumentos informáticos pueden ser utilizados en varios niveles del estudio geográfico. Actualmente cuesta encontrar un trabajo de investigación geográfica en el que se opte por la ausencia de utilización de estas técnicas e instrumentos, o de modo más general, podemos afirmar que la inmensa mayoría de los departamentos de Geografía de las universidades es-

pañolas cuentan con especialistas en estas materias, estando presentes, como veremos más adelante, en todos los planes de estudios de Geografía. Por importantes que sean estos aspectos no son suficientes para hacer comprender la boga actual de los métodos cuantitativos y los instrumentos informáticos. Estos juegan una serie de roles complementarios en la geografía de nuestros días, porque en gran medida, la sociedad actual así lo demanda, o así lo impone.

En el marco anterior al actual el geógrafo sólo tenía necesidad de una hoja de papel y de reflexión para llegar a formular el sistema de explicación que buscaba; conseguir la concordancia entre el modelo obtenido y la realidad era suficiente y, aunque en muchos casos, la representación de los resultados se realizaba de forma intuitiva, la cartografía desempeñaba un papel estratégico en la investigación. En la actualidad el desarrollo de los nuevos instrumentos técnicos con elevadas prestaciones y capacidad para el manejo de información en grandes bancos de datos y bases de datos interrelacionadas ha llevado parejo el desarrollo de técnicas para la transformación cartográfica, manipulación y representación gráfica en dos o tres dimensiones. Estas nuevas técnicas e instrumentos se han venido fundamentados en la vertiginosa evolución de la informática. Las posibilidades de manejo de información y el acceso a equipos con costes asequibles y prestaciones notables son rasgos sobresalientes de los últimos años.

Esta circunstancia ha llevado al incremento de la información misma, tanto en cantidad como en calidad. Igualmente ha facilitado la expansión de los diversos campos de la geografía y la recuperación de las geografías positivistas o empíricas; especialmente importante ha sido el impulso recibido por los métodos cuantitativos, los modelos de análisis estadístico y los trabajos relacionados con la aplicación de técnicas instrumentales. En relación con ello se encuentran el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica con los que se pueden manejar extensas bases de datos correspondientes a múltiples atributos de todo orden (físicos, económicos, sociales, etc.), referidos a cada punto o lugar de la superficie terrestre; las nuevas técnicas para la producción gráfica y para la elaboración de cartografía, ahora de carácter digital, tanto básica que puede producirse de forma automática, hasta la cartografía temática, en relación con la representación de los datos o las cuestiones específicas planteadas al respecto; y la Teledetección espacial, que permite la obtención de información más precisa, amplia, sistemática, generalizada y más compleja, referida al conjunto de la superficie terrestre y a las capas directamente relacionadas con ella.

El desarrollo de estos campos constituye un rasgo de gran importancia para la geografía actual al dotarla de un marchamo de modernidad que los geógrafos solemos mostrar como reclamo de nuestra competencia, aunque son tecnologías que las usan otros muchos profesionales. A pesar de ello,

haciéndonos eco de lo que expone Ortega (2000), entendemos que es perceptible que, como sucedió en otro tiempo con el uso de las técnicas estadísticas, se tiende a identificar los progresos técnicos con progresos en la disciplina y con cambios en las condiciones del conocimiento. *«Es decir, se atribuye a la técnica el carácter de registro inmediato e incontrovertible de la realidad de los hechos»* (Ortega 2000, 281).

Así, por ejemplo, las técnicas probabilísticas apoyada en los ordenadores abrieron nuevas y amplias posibilidades para construir esquemas y modelos empleando una lógica sencilla. El ordenador ofrecerá diversas posibilidades: permite experimentos de simulación; por medio de un programa informático se fijan las leyes de variación de los elementos que participan en el problema geográfico que se intenta comprender y resolver, se establece cómo actúan los datos unos sobre otros y partiendo de una situación conocida se simula cómo puede evolucionar. Con el soporte prestado por el ordenador se indican si los resultados son o no son, conformes a la realidad. La utilización del análisis matemático y de sistemas por el geógrafo supuso la recuperación del tiempo perdido en nuestras aspiraciones científicas. De esta manera la geografía se convierte, al igual que otras ciencias, en una ciencia experimental. En este sentido, se expresa Ackerman (1976, 4): *«No podemos sino alegrarnos del desarrollo de estos métodos, ya que han sido un estímulo notable y necesario al rigor de nuestro pensamiento. Y, lo que es más importante todavía, aumentan nuestra capacidad de comunicarnos con precisión con investigadores de otros campos de la ciencia.»*

No obstante, el geógrafo actual no debe caer en la trampa de la inferencia técnica, aunque cada día se le exija su conocimiento y su manejo; no parece estar muy lejos el día en que será incapaz de seguir el ritmo de su disciplina sin conocimientos matemáticos; no obstante, en este contexto es imprescindible que no olvide cómo se verifica experimentalmente y ni comprobar los razonamientos que proponga (Claval 1974). En esta línea, Ackerman (1976, 5) advierte que debemos tener el cuidado de examinar los caminos de investigación por los que nos llevan, o quizás nos empujan, la matemática y la informática actuales. *«El peligro de hallarse ante un callejón sin salida, o ante un absurdo no se elimina con la lógica simbólica ni con los ordenadores. Antes de llegar demasiado lejos debíamos ver qué otros factores pueden determinar los “puntos de desarrollo” de la ciencia, en sentido amplio, ¿Qué determina el carácter productivo del uso de estadísticas y de ordenadores?»*. Ackerman (1976, 8) insiste en que estas técnicas de análisis son de un gran valor para los geógrafos cuando aplican su concepto organizador (espacial) al análisis de los sistemas y subsistemas que componen su universo objeto de estudio, “el sistema planetario hombre-medio geográfico”. *«Estas técnicas a causa de su rigor, permiten réplicas de análisis y comparación de resultados entre dis-*

tintas investigaciones. También presentan los resultados de la investigación geográfica en términos comparables a los de otras ciencias que utilizan técnicas de sistemas, y por consiguiente hacen que estos resultados sean de mayor utilidad potencial al tratar el problema clave (de la diferenciación espacial), o cualquier otro problema secundario». En definitiva Ackerman (1976) considera que uno de los cuatro puntos generales que podrían ayudar a colocar nuestra ciencia en “la frontera de la investigación” es continuar fortaleciendo los métodos cuantitativos, intentado a la vez efectuar enfoques analíticos rigurosos en nuestra teoría y hábitos de construir hipótesis.

Respecto a esta temática Guold (1987) afirmaba que la utilización indiscriminada de los ordenadores en la geografía puede ser un arma de doble filo. Por un lado, como geógrafos, hoy en posible plantearse ciertos problemas e investigar en términos concretos y prácticos, precisamente porque se dispone de la “capacidad de la máquina” como ayuda para nuestras propias capacidades fisiológicas (el cerebro). *«Esto incluye la recuperación y reinterpretación de tentativas de investigación clásicas como la descripción y la síntesis regional, el análisis de las relaciones complejas de muchas variables, tanto humanas como físicas, in situ. Incluye también la primera verdadera oportunidad de usar métodos de simulación para intentar comprender las consecuencias dinámicas de los procesos temporales en el espacio»* (Guold 1987, 12). Pero por otro lado, caer en el “síndrome del obseso de la informática”, restringe el campo del pensamiento de tal modo que sólo se toman en consideración aquellos problemas para los que necesita la máquina; o que, según añadimos, todos los problemas son abordables utilizándola, es como aplicar un SIG a la gestión de un hotel y no al análisis de los factores de su localización. Esto obviamente diluye las nuevas oportunidades que se nos puedan ofrecer. Al mismo tiempo, caer en la redes del mercado informático (tanto de softwares como de hardwares) supone que el reconocimiento automático se vuelve “necesario”, transfiriéndose a la máquina, lo que aprisiona el pensamiento, forzándolo a ir las direcciones impuestas por las limitaciones del hardware o las características y funcionalidad del software manejado. En este sentido, el problema es que *«el “jugueteo” técnico»* puede oscurecer la finalidad para la que se adoptó en principio el instrumento o la técnica utilizada. Así por ejemplo, para evitar esto *«sería bastante sensato colocar un gran cartel encima de cada terminal [...] que dijera “¿PORQUÉ ESTÁ USTED HACIENDO ESTE MAPA?»*» (Guold 1987, 13).

Hace ya unos cuantos años que los geógrafos incorporamos a nuestros intereses investigadores los métodos cuantitativos, los SIG y la teledetección para su aplicación al análisis geográfico. Este hecho ha sido puesto de manifiesto en nuestra producción bibliográfica, congresos y proyectos. Pero ¿Han tenido todas ellas el mismo desarrollo dentro de la geografía?, o, dicho de otro

modo, ¿Han suscitado toda ellas el mismo interés entre los geógrafos? Evidentemente no. Las ponencias y comunicaciones presentadas a Coloquios o a Congresos y las distintas publicaciones así lo atestiguan, tanto por su número como por su contenido. Mientras los Sistemas de Información Geográfica son la herramienta más utilizada, y por tanto, nuestro centro de atención investigador y aplicado, parece ser que la Teledetección y los Métodos Cuantitativos están supeditados al servicio de los primeros. Prueba de ello, por ejemplo, es que en la mayoría de las comunicaciones presentadas en distintos eventos, las aplicaciones realizadas utilizando tratamiento de imágenes acaban introduciendo éstas en un SIG, lo cual en absoluto debe entenderse como algo negativo. Ha quedado demostrado en numerosos trabajos que los métodos cuantitativos y la teledetección junto a los SIG son herramientas altamente eficaces. Pero parece que prevalece el argumento surgido en los años ochenta que los supeditan como auxiliares de los SIG, considerándolos como sistemas de carga de información más que de análisis por sí mismos; lo cual, desde nuestro punto de vista, es limitar enormemente las posibilidades que se nos abren con ellas. ¿Quizás esta situación es debido a que todavía no existen suficientes fundamentos conceptuales para situar estas técnicas en la investigación geográfica? Pero éste podría ser otro debate.

BIBLIOGRAFÍA

- ACKERMAN, E. (1976): “Las fronteras de la investigación geográfica”, *Neocrítica. Cuadernos críticos de Geografía Humana*, 3, <http://www.ub.es/geocrit/geo3.htm>
- BERRY, B. J. L. (1964): “Approaches to regional analysis: a synthesis”, *Annals of Association of American Geographers*, 54, 2-11.
- BOSQUE, J. (1986): “La evolución de la Geografía teórica y cuantitativa”, en García, A. (coord.): *Teoría y práctica de la Geografía*. Alhambra, Madrid, 44-62.
- BOSQUE, J. (1992): *Sistema de Información Geográfica*, Rialp, Madrid.
- BUNGE, W. (1962): “Theoretical Geography”, *Lund Studies in Geography, Serie C, General and Mathematic Geography*, 1.
- BUZAI, G. D. (2001): “Paradigma Geotecnológico, Geografía Global y CiberGeografía, la gran explosión de un universo digital en expansión”. *Geofocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 1, 24-48.
- CLAVAL, P. (1974): *Evolución de la Geografía Humana*, Oikos-tau, Barcelona.
- CAPEL, H. (1977): “Institucionalización de la Geografía y estrategias de la comunidad científica de los geógrafos”. *Geocrítica. Cuadernos críticos de Geografía Humana*, 8, <http://www.ub.es/geocrit/geo8.htm>
- CAPEL, H. (1981): *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea. Una introducción a la Geografía*, Barcanova, Barcelona.
- CAPEL, H. (1982): *Geografía y Matemáticas en la España del siglo XVIII*, Oikos-Tau, Barcelona.
- CAPEL, H. y URTEAGA, J. (1982): *Las nuevas geografías*, Salvat, Aula Abierta Barcelona.
- CHORLEY, R.J. y HAGGETT, P. (1971): *La Geografía y los modelos socio-económicos*, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- DOBSON, J. E. (1983a): “Automated Geography”. *The Professional Geographer*, 35, 3, 349-353.
- DOBSON, J. E. (1983b): “Reply to Comments on Automated Geography”. *The Professional Geographer*, 35, 2, 135-43.
- DOBSON, J. E. (1992): “Exploring geographical analysis”, en Parker, D. (ed.): *1991.92 International GIS Sourcebook*, Gis World Inc., New York, 235-52.
- DOBSON, J. E. (1993): “The Geographic Revolution: A retrospective on the age of Automated Geography”, *The Professional Geographer*, 45, 4, 431-9.
- ESTÉBANEZ, J. (1987): “Nuevas tendencias en Geografía Humana y sus repercusiones en la Geografía Cuantitativa”, *X Congreso Nacional de Geografía. Zaragoza, 28 de septiembre a 3 de octubre de 1987*, Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza y AGE, 131-44.
- FORMAN, R. T. T. (1995): *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*, Cambridge University Press, Cambridge.
- GARCÍA, A. (coord.) (1986): *Teoría y práctica de la Geografía*, Alhambra, Madrid.
- GARRISON, W. L. (1960): “Connectivity of the Interstate Highway System”. *Papers and Proceedings*, 6, Regional Science Association, 121-31.

- GEORGE, P. (1979): *Los métodos de la geografía*, Oikos-Tau, Barcelona.
- GÓMEZ, J. (2001): "La Geografía española: final y principio de capítulo". *Actas del XVII Congreso de Geógrafos Españoles, Oviedo, 31 de Octubre al 3 de noviembre de 2001*, Departamento de Geografía de la Universidad de Oviedo, CeCodet, AGE y GEA, 19-25.
- GÓMEZ, J., MUÑOZ, J. y ORTEGA, N. (1982): *El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos (De Humboldt a las tendencias radicales)*, Alianza Universidad, Madrid.
- MASSEY, D. (1985): "New directions in space", en Gregory, D. y Urry, J. (Eds.): *Social relations and spatial structures*, McMillan, London, 9-19.
- GUOLD, P. (1987): "Pensamientos sobre la geografía". *Geocrítica. Cuadernos críticos de Geografía Humana*, 68, <http://www.ub.es/geocrit/geo68.htm>
- GUTIÉRREZ, C. (1997): "La sociología de las computadoras". *Red Científica*, <http://www.redcientifica.com/doc/doc199903310017.html>
- GUTIÉRREZ, J. y GOULD, M. (1994): *SIG: Sistemas de Información Geográfica*, Síntesis, Madrid.
- HÄGERSTRAND, T. (1952): "The propagation of innovation waves". *Lund Studies in Geography, Serie B, Humana Geography*, 4, 3-19.
- HAGGETT, P. y CHORLEY, R.J. (1967): "Models, paradigms and the New Geography", en Chorley, R. J. y Hagget, P. (Eds.): *Integrated Models in Geography*, Methuen, London.
- HAGGETT, P. (1969): "On geographical research in a computer environment". *The Geographical Journal*, 135, 4, 497-507.
- HARLEY, J.B. (1991): "Un cambio de perspectiva". *Revista El Correo de la UNESCO*, Junio de 1991. París, Francia, UNESCO I, 15-35.
- HARVEY, D. (1983): *Teorías, leyes y modelos en Geografía*, Alianza Editorial, Madrid, (Edición castellana de *Explanation in Geography*, 1969).
- KANSKY, K. J. (1963): "Structure of transport networks: relationships between network geometry and regional characteristics". *Researchs Papers*, 84, Department of Geography, University of Chicago, 85-100.
- McHARG, I. L. (1969): *Design with nature*, Doubleday, New York.
- NAVEK, Z. Y LIEBERMAN, A. S. (1984): *Landscape Ecology: Theory and applications*, Springer Verlag, New York.
- NYSTUEN, J. D. y DACEY, M. F. (1961): "A graph theory interpretation of nodal regions". *Papers and Proceedings*, 7, Regional Science Association, 29-42.
- NYSTUEN, J. D. (1963): "Identification of some fundamental concepts", en Berry, B. J. L. Y Marble, D. F.: *Spatial Analysis*, Englewood Cliffs, New Jersey, 35-41.
- OCAÑA, C. (Coord.); ALEGRE, P.; CEBRIÁN, J. A. y SANCHO, J. (1992): "La Geografía en España (1970-1990)", *XXVII Congreso de la Unión Geográfica Internacional*, Washington, Real Sociedad Geográfica-Asociación de Geógrafos Españoles-Fundación BBV, 231-40.
- OJEDA, J. (1999): "La cartografía temática: la interpretación frente a la métrica", *Andalucía Geográfica*, 5. Asociación de Geógrafos Profesionales de Andalucía. 15-7.
- ORTEGA, J. (2000): *Los horizontes de la geografía. Teoría de la Geografía*, Ariel, Barcelona.

- PICKLES, J. (Ed.) (1995): *Ground Truth. The social implications of geographic information systems*, Guilford Press, New York.
- SCHAEFER, F. K. (1953): "Excepcionalism in geography: a methodological examination". *Annals Association American Geographers*, 43, 226-49.
- SOJA, E. (1989): *Postmodern Geographies: the reassertion of space in critical social theory*, Verso London.
- TOBLER, W. (1959): "Cellular Geography", en Gale, S. y Oloson, G. (eds.): *Philosophy in Geography*, Reidel, Dordrecht, 379-86.
- ULLMAN, E.L. (1956): "The role of transportation and the basics of interaction", en Thomas, W. L.: *Man's role in changing the face of the earth*, Blackwell, Chicago, 862-80.
- VILÁ, J. (1983): *Introducción al estudio teórico de la Geografía*, Ariel, Barcelona.