

## GEOGRAFIA Y TELEDETECCION EN ESPAÑA

### INTRODUCCION

Podemos definir genéricamente la Teledetección, también llamada Percepción Remota (del inglés *Remote Sensing*), como el conjunto de técnicas que permiten captar propiedades características de una amplia gama de objetos sin entrar en contacto físico con ellos.

De esta definición, podemos deducir que existe un gran abanico de sistemas de Teledetección. Desde el ojo, el oído ó el olfato humanos, hasta los modernos satélites espaciales, reúnen las características de la definición apuntada, pues permiten recoger información sobre objetos situados a mayor o menor distancia.

Ahora bien, de ese amplio margen de posibilidades existen sistemas que se han desarrollado de una forma más minuciosa hasta convertirse en elementos imprescindibles en cualquier sistema de información espacial.

Para ordenar de alguna forma nuestra exposición, hemos preferido realizar previamente un análisis de estos sistemas fundamentales, al objeto de situar posteriormente en su debida amplitud su aportación a la investigación geográfica.

### 1. SISTEMAS DE TELEDETECCION

Una de las divisiones más utilizadas en Teledetección se basa en el procedimiento empleado en la captación de la información. Así, se habla de sensores fotográficos "cuando se fijan y producen por medio de reacciones químicas, en

*superficies convenientemente preparadas, las imágenes recogidas en el fondo de una cámara oscura"*. (Diccionario de la Real Academia, 1970, pag. 632). Aquí se incluyen los sistemas más conocidos y también los más utilizados por los geógrafos, como sería el caso más claro de la fotografía aérea pancromática (Blanco y Negro), Color, Multibanda, Infrarroja, Infrarroja color (Falso color), etc.

Por el contrario, se denominan sensores no fotográficos a aquellos que detectan y acumulan la información mediante otro tipo de mecanismos (1). En este grupo se incluyen los diversos equipos de barrido multiespectrales (*Multi-spectral Scanners*), que permiten realizar un rastreo exhaustivo y secuencial de un área determinada; el *Radar*, sistema activo que emite un haz de energía a una frecuencia concreta —normalmente microondas— para recoger posteriormente su reflexión sobre diversos objetos; el *Lidar*, similar al radar pero trabajando con luz polarizada o láser; y los Radiómetros de Microondas, que recogen y miden el flujo de radiación que incide en la antena, procedente de la superficie de la Tierra.

No es el objeto de este breve trabajo realizar un análisis exhaustivo de estos sistemas, sino más bien enmarcar su utilización por el geógrafo. Por ello se ha realizado esta división, ya que se relaciona, en gran medida, con la posibilidad de acceso a la información que cada sistema proporciona. Mientras los sistemas fotográficos están ampliamente extendidos (Fotografía aérea pancromática, más especialmente), y son fácilmente accesibles en nuestro país, los no fotográficos

cubren áreas más restringidas, salvo las imágenes espaciales, poseen mayor dificultad de tratamiento, y —sobre todo— son técnicamente peor conocidas. Todo ello explica su escasa utilización por la geografía española, aunque no la justifica, ante la calidad y cantidad de la información que proporcionan.

## 2. METODO DE TRABAJO

El objetivo de esta comunicación ha sido realizar un balance del papel que la Teledetección ha jugado en la investigación geográfica en nuestro país.

Teniendo en cuenta que es muy grande el número de publicaciones esporádicas que se realizan, hemos seleccionado en este estudio únicamente aquellos trabajos incluidos en revistas de investigación, relacionadas de una y otra forma con la Geografía (2), en conjunto veinticinco, que se detallan en el apéndice. Asimismo hemos acotado cronológicamente el estudio, eligiendo el año 1970 como fecha de partida.

Con estas limitaciones, la muestra del estudio se componía de unos tres mil artículos y trabajos, por lo que restringimos de nuevo el estudio a aquellos que trataran algún sistema de teledetección como sujeto central del estudio, ya fuera como su instrumento básico para el desarrollo del objetivo propuesto, ya como tema que se pretendía analizar en sí o en su aplicación metodológica a nuestro área de estudio. Quedan así excluidos todos aquellos trabajos en los que el sistema de Teledetección empleado constituye únicamente un capítulo más, y no el central, por considerar que no aportaban datos decisivos al desarrollo de estas técnicas en su perspectiva concreta de aplicación metodológica a la Geografía (3).

En definitiva la muestra a estudiar se reduce finalmente a 22 trabajos; 17 de los cuales constituyen artículos de revistas o ponencias en congresos relevantes, y el resto libros ó estudios más detallados centrados en esta temática.

## 3. ANALISIS DEL CONTENIDO

Aunque muy someramente, el propio número de trabajos seleccionados entre la amplitud

de la muestra inicial, da idea de la escasa presencia de este instrumento de trabajo en nuestra disciplina. Más aún si tenemos en cuenta que de los 22 trabajos, la mayor parte (13) se centran en la fotografía aérea pancromática, y aún de los 9 restantes, 6 utilizan procedimientos de fotointerpretación.

La ausencia de trabajos sobre sistemas sensores de gran capacidad informativa, muy utilizados por los geógrafos de otros países, como sería el caso del Radar (tanto de apertura sintética, SAR, como lateral, SLAR), de los equipos de barrido multiespectrales (MSS), tanto aéreos como espaciales, de los radiómetros de microondas, o de las diversas posibilidades que brindan otras técnicas fotográficas (multibanda, infrarroja, color, etc), pueden asimismo relacionarse con el escaso interés técnico—instrumental de la geografía en nuestro país. La utilización de estos instrumentos de información espacial de base —así como el caso de la informática—, se ha realizado muy lentamente y aún sólo está en sus labores en la geografía española, tantas veces encerrada en métodos y objetivos tradicionales que es preciso actualizar constantemente.

Pasando al terreno de lo concreto, hemos agrupado los trabajos seleccionados en dos grandes capítulos según su objetivo. De esta forma, distinguimos los trabajos metodológicos, ligados al desarrollo de alguna técnica o a la aplicación de algún nuevo aspecto a la geografía, y los trabajos temáticos, que recogen más bien un uso puramente instrumental, en aras de realizar la cartografía temática de un espacio concreto.

### Trabajos metodológicos

Como hemos visto previamente, entendemos aquí por trabajos metodológicos aquellos que persiguen como objetivo básico incorporar un nuevo aspecto metodológico a nuestra ciencia, bien mediante la aplicación de una nueva técnica, o bien de un nuevo sistema sensor. Decimos como objetivo básico ya que este tipo de artículos habitualmente concluyen con una aplicación concreta, que sirve de comprobante a lo aludido teóricamente, pero no podemos por ello considerarlos como propiamente temáticos.

En este grupo se incluyen sin duda los trabajos más interesantes. En el campo de la foto-

grafía aérea, debemos destacar el pionero trabajo de los profesores Casas Torres y Mensua Fernández (1965), sobre su aplicación a la cartografía de ocupación del suelo, línea ésta continuada por estos autores y sus discípulos con gran eficacia científica.

Continuando su preocupación por estas cuestiones, el Dr. Casas Torres (1971, pp. 100-102), aboga por un mayor uso de la fotografía aérea en nuestra disciplina, así como el Prof. Vilá Valentí (1975), que resume sus principales campos de aplicación para la Geografía, en un trabajo multidisciplinar sobre sensores remotos.

Trabajos metodológicos más puntuales serían los de Luisa María Frutos (1976, pp. 3-8), sobre los cambios superficiales en el paisaje; Ana Sabaté (1976, pp. 487-504), que ensaya un interesante método de cálculo de población y densidades —para tres núcleos urbanos bien contrastados del entorno madrileño— basado en la fotografía aérea; y Andrés Precado (1979, pp. 173-183) que sugiere una clasificación tipológica de la estructura urbana a partir de la fotografía aérea.

Otro capítulo de gran interés es el centrado sobre las imágenes ofrecidas por los satélites espaciales. Gracias a un proyecto multidisciplinario realizado por el Instituto Geográfico Nacional en colaboración con la N.A. S.A. (R. NUÑEZ DE LAS CUEVAS (Ed), 1976) se inició esta línea de trabajo por los Dres. Casas Torres, Chicharro Fernández y Sanz Donaire, que recogen posteriormente sus conclusiones en la revista "Las Ciencias" (1978).

En estos trabajos, centrados en el análisis de usos del suelo e interpretación geomorfológica, el tratamiento de la imagen es puramente visual, trasladando los métodos de la fotointerpretación clásica a unas imágenes de características similares. Esta tónica se mantiene en los trabajos de López Bermúdez (1976, pp. 133-142), presentación escueta de la imagen Landsat-1 sobre Murcia; Mensua Fernández (1980, pp. 175-180) que discrimina la superficie agrícola de la inculca para la provincia de Zaragoza sobre la imagen en falso color del Landsat; y Lizárraga-Creus (1981, pp. 251-260), análisis muy somero de la provincia de Navarra sobre imágenes del Land-

sat-1. En todos los casos se produce una gran pérdida de la información almacenada por el satélite (casi 30 millones de elementos de información en cada escena), que, lógicamente, no es captada en su integridad por el ojo humano.

Este punto nos lleva a abordar una nueva serie de trabajos, desgraciadamente muy restringida, que se ocupa del tratamiento informático de la información detectada. Se trata de los estudios de Boente Castells (1981) y Constancio Cerdá (1980), que constituyen intentos de utilizar nuevas técnicas, incluyendo capítulos de gran interés: uso del microdensitómetro en el análisis de fotografías pancromáticas e infrarrojo color, tratamiento digital de imágenes multispectrales, termogramas, etc. En ambos casos se trata de estudios de investigación inéditos, por lo que no contribuyen a la difusión de este tipo de técnicas.

Mención aparte merece el estudio piloto de J.M. Casas Torres, E. Chuvieco y R. Núñez de las Cuevas (1983), sobre la aplicación de la Teledetección de la cartografía de ocupación del suelo, donde por vez primera en nuestro país, un grupo de geógrafos realiza un trabajo de clasificación digital de una escena Landsat, en estrecha colaboración con los técnicos del Departamento de Teledetección y Cartografía Espacial del I.G.N. francés. El mapa final, recoge la clasificación de una superficie aproximada de 34.000 km<sup>2</sup>, correspondiente a la zona centro, en 15 categorías de usos del suelo. Pese a las imprecisiones que puedan hallarse en el estudio, es un paso de gran trascendencia hacia la plena introducción de esta técnica en el hacer geográfico de nuestro país (4).

## 2. Trabajos temáticos

Respecto a aquellos estudios temáticos en los que algún sistema de Teledetección constituye la fuente de información fundamental, podemos afirmar, en primer término, que se encaminan en su mayor parte a la obtención de cartografía temática. Los usos del suelo agrarios y urbanos son los campos más elaborados, mientras la geomorfología ocupa el segundo foco de interés, aunque prima aquí más la observación directa sobre la fotografía aérea.

Respecto a la cartografía de usos del suelo

se ha desarrollado de forma especial en los últimos veinte años precisamente gracias a la introducción de la fotografía aérea. Antes de disponer el vuelo americano sobre todo el territorio nacional (1957-58) este tipo de estudios se realizaban sobre datos estadísticos y trabajos de campo, en nuestro país muy laboriosos debido a la propia complejidad de nuestro territorio.

Desde los años sesenta cobran un impulso especial este tipo de estudios gracias, fundamentalmente, al apoyo del Instituto de Geografía Aplicada del C.S.I.C., y de sus profesores Mensua Fernández y Casas Torres —con posterior presencia de sus discípulos—. El primero de ellos ha sido tal vez, el investigador más destacado en esta faceta, elaborando los mapas de usos del suelo de Navarra (Mensua Fernández y Solans Castro, 1965, pp. 9-15), Zaragoza (1971, pp. 203-208), Logroño (en colaboración con García Ruiz, 1976), y Aragón (en fase de publicación). Por su parte, J. Sancho Comins (1979), realiza el de Castellón de la Plana, y E. Chicharro Fernández (1976a y 1976b) el de la Sierra norte de Madrid (Somosierra).

No obstante este avance, en la mayor parte de nuestro territorio queda pendiente la cartografía de uso del suelo, instrumento imprescindible para cualquier labor seria de planificación territorial. Precisamente la Teledetección, y más concretamente el tratamiento digital de las imágenes espaciales en combinación con el trabajo de campo y la fotografía aérea, es —a nuestro juicio— el único instrumento capaz de paliar esta deficiencia, para lo cual los geógrafos españoles debemos orientarnos hacia el aprendizaje de estas técnicas, a fin de servir de forma más eficaz al interés común y, por ende, al desarrollo de nuestra disciplina.

## CONCLUSIONES

Es evidente que, “..... desde un principio los sensores remotos se han aplicado a la Geografía como ciencia del análisis territorial, especialmente para el desarrollo, estudio y actualización de la cartografía. Es bien sabido que la Teledetección permite una exacta localización de los objetos en el espacio a la vez que identifica su naturaleza, dimensiones y características.” (LI-ZARRAGA y CREUS 1981, pp. 258).

Ahora bien, esta aplicación es aún muy limitada, no sólo cuantitativa sino también cualitativamente. Es preciso aumentar el uso de estos sistemas de información espacial, ampliando así mismo el abanico de posibilidades hoy muy limitado a la fotografía aérea pancromática.

En esta línea se encontraría la incorporación a los valiosísimos datos procedentes de los satélites espaciales (Landsat, HCMM, Meteosat, Nimbus, Seasat, con información ya disponible en menor o mayor cuantía, y la de los futuros proyectos SPOT, Spacelab, Mapsat, etc.), para lo que no podemos conformarnos con una interpretación visual de las imágenes —muy valiosa indudablemente, pero también muy limitada—, sino que es preciso iniciar las técnicas de tratamiento informático, a fin de manejar con mayor coherencia la gran cantidad de información disponible.

## APENDICE I

Relación de las revistas utilizadas en la confección de este artículo:

### AL-MUD

Anales de Geografía (Univ. Complutense)  
 Boletín de la Real Sociedad Geográfica  
 Cuadernos de Geografía (Univ. Valencia)  
 Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada  
 Cuadernos de investigación. Geografía e Historia (Logroño)  
 Cuadernos de Ordenación del Territorio  
 Didáctica Geográfica (Univ. de Murcia)  
 Eria. Revista Geográfica  
 Estudios Territoriales  
 Geocrítica (Univ. Barcelona)  
 Geographica (Int. Geografía Aplicada)  
 Geographicalia (Univ. Zaragoza)  
 Geografía de Catalunya  
 La Naturaleza y sus Recursos  
 Las Ciencias (Asoc. Española para el progreso de las Ciencias)  
 Norba (Univ. Extremadura)  
 Papeles del Departamento de Geografía (Univ. Murcia)  
 Paralelo 37° (Almería)  
 Revista de Geografía (Univ. Barcelona)  
 Revista de Estudios Regionales  
 Tarraco (Univ. Tarragona)

## REFERENCIAS

- (1) Aunque posteriormente se realicen tratamientos cuasifotográficos de esa información, para su mejor análisis. Este sería el caso de las imágenes (no fotografías) de la mayor parte de los satélites espaciales.
- (2) No obstante, se hará referencia también a los trabajos más destacados a los que hayamos podido acceder en el momento de redactar esta ponencia (Mayo de 1983)
- (3) Por otro lado sería muy prolija la enumeración de dichos trabajos, ya que en nuestro país la fotografía aérea se ha utilizado en los últimos años con gran profusión, aunque no siempre con gran brillantez como demuestra el escaso desarrollo de los trabajos metodológicos.
- (4) Este trabajo se encuentra actualmente en fase de publicación.

## BIBLIOGRAFIA

- BOENTE CASTELLS, M.J. (1981), "*Ensayo de la utilización de los sensores remotos en Geografía local*", Tesis de Licenciatura, Univ. Complutense de Madrid. (Inédita)
- CASAS TORRES, J.M. y MENSUA FERNANDEZ, S. (1965), "Un método de investigación en el estudio de la utilización del suelo", *III Coloquio de Geografía*, Asoc. Española para el progreso de las Ciencias, Madrid, pp. 49.
- CASAS TORRES, J.M. (1971), "Geografía y Fotografía Aérea", *Geographica*, vol. XIII, nº 2, pp. 100-102
- CASAS TORRES, J. M. (1978), "Cartografía Geográfica y Utilización de Suelos", *Revista las Ciencias*, t. XLIII, num. 2, pp. 97-101.
- CASAS TORRES, J.M., E. CHUVIECO Y R. NUÑEZ DE LAS CUEVAS (1983), "*Estudio piloto sobre la aplicación de la Teledetección a la Cartografía de Ocupación del Suelo. Memoria Final*", Instituto de Geografía Aplicada-CEOTMA, Madrid, (Inédito)
- CONSTANZO CERDA, V.R. (1980), "*Aplicaciones de la percepción remota a estudios del medio ambiente y recursos naturales*", Facultad de Gfía. e Historia, Univ. Complutense, Tesis de Diploma de Doctor, (Inédita)
- CHICHARRO FERNANDEZ, E. (1976a), "La utilización del suelo en la Hoja num. 510 (Marchamalo)", *Boletín de la R. S. Geográfica*, tomo CXII, Parte I, pp. 159-168.
- CHICHARRO FERNANDEZ, E. (1976b), "*El piedemonte de Somosierra*", Tesis Doctoral, Fac. de Geografía e Historia, Univ. Complutense, Inédita.
- CHICHARRO FERNANDEZ, E. (1978), "Cartografía del uso del suelo sobre datos del Landsat", *Las Ciencias*, t. XLIII, num. 2, pp. 127-131.
- FRUTOS, L. M. (1976), "La aplicación de la fotografía aérea al estudio de la evolución del paisaje: el modelo de Berdún.", *Cuadernos de investigación*, Geografía e Historia, C.U. de Logroño, Tomo II, pp. 3-8.
- LIZARRAGA, M.A. y CREUS NOVAU, J. (1981), "Imágenes de Navarra ofrecidas por el ERST-1", *Estudios de Geografía. Homenaje al Prof. Floristan*, Pamplona, Institución Príncipe de Viana. Diputación Foral de Navarra, pp. 251-260.
- LOPEZ BERMUDEZ, F. (1976), "Ensayo de presentación geográfica de la Provincia de Murcia a partir de las fotografías de satélites artificiales", *Anales de la Universidad de Murcia*, vol. XXXI, pp. 133-142.
- MENSUA FERNANDEZ, S. y M. SOLANS CASTRO (1965), "Mapa de utilización del suelo de Navarra", *Geographica*, año XIX, pp. 9-15.
- MENSUA FERNANDEZ, S. (1971), "Presentación del mapa de utilización del suelo de la provincia de Zaragoza", *Geographica*, año XIII, nº 4, pp. 203-208.
- MENSUA FERNANDEZ, S. y J.N. GARCIA

RUIZ (1976), "*Mapa de utilización del suelo de la provincia de Logroño*", Logroño, Instituto de Estudios Riojanos.

MENSUA FERNANDEZ, S. (1980), "El espacio cultivado en la provincia de Zaragoza", en "*Los Paisajes rurales de España*", Asociación de Geógrafos españoles, Valladolid, pp. 175-180.

PANAREDA CLOPES, J.M. (1974), "Curso de percepción remota de los recursos terrestres", *Revista de Geografía de la Universidad de Barcelona*, vol. VIII, nos. 1 y 2, pp. 227-232.

PRECEDO LEDO, A. (1979), "Un ensayo de análisis y tipificación de la morfología urbana mediante la fotografía aérea", *Geographica*, CSIC, vol. XXI-XXII, pp. 173-183.

SABATE MARTINEZ, A. (1976), "Ensayo so-

bre la cuantificación de datos a partir de la fotografía aérea", *Boletín de la R.S. Geográfica*, Tomo CXII, Parte II, pp. 487-504.

SANCHO COMINS, J. (1979), "*Castellón de la Plana, Mapa de utilización del suelo*", Castellón de la Plana, Caja de Ahorros y M.P.

SANZ DONAIRE, J. (1978), "Interpretación geomorfológica sobre datos del Landsat", *Las Ciencias*, tomo XLIII, num. 2, pp. 143-147.

VILA VALENTI (1975), "Aplicaciones a los estudios de Geografía agraria y urbana", en "*Aplicaciones de la Percepción Remota a las ciencias de la Tierra*", Madrid, I.G. Nacional-Consortio de Información y Documentación de Cataluña, I.G.N.