

EL ANALISIS VISUAL DE IMAGENES ESPACIALES EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFIA

Elena Chicharro¹ y Javier Martínez Vega²

RESUMEN: Durante las últimas décadas, las imágenes espaciales han contribuido, eficazmente, en el conocimiento preciso de nuestro planeta. La enseñanza de la Geografía a distintos niveles, dispone, ahora, de un nuevo recurso pedagógico, las imágenes de satélite, de gran utilidad para hacer más asequible a los alumnos la asimilación de algunos conceptos abstractos. El análisis visual sigue siendo un método válido en la interpretación de imágenes. De su atenta lectura y comparación con otras fuentes documentales, los estudiantes pueden aprender variados conocimientos geográficos. Por último, se pretende, en este artículo, reflexionar sobre algunos problemas que están presentes, habitualmente, en la enseñanza de la Teledetección. De la variada experiencia docente surge una propuesta metodológica que intenta sistematizar el aprendizaje del análisis visual de imágenes espaciales.

THE ROLE OF VISUAL ANALYSIS OF SATELLITE IMAGERY IN REMOTE SENSING EDUCATION

ABSTRACT: *In the last few decades satellite images have effectively contributed to our detailed knowledge of the planet Earth. Geography teachers at all levels have a new pedagogical resource, satellite pictures, that are very useful for attractively presenting abstract geographical concepts to our students. Visual analysis is still a valid method for image interpretation. By closely looking at and comparing these images with other documentary sources, students can discover various different geographical concepts. Last, this article will reflect on some of the problems that habitually present themselves while teaching teledetection. The authors' wide teaching experience provides the basis for a methodological proposal that systematizes the learning of visual analysis of satellite images.*

INTRODUCCION

Frente a la percepción ciudadana de la carrera espacial desatada hace unas décadas en la que, de forma más o menos implícita, se tenía conciencia de que podría desembocar en la destrucción del mundo, en la actualidad, la opinión

pública es consciente de los importantes avances que aquélla ha proporcionado. El desarrollo de variados programas espaciales, que han puesto en órbita un gran número de satélites artificiales de recursos naturales con clara vocación civil, ha permitido el avance científico y un mejor conocimiento de nuestro planeta, en un momento en el que nuestra comunidad es sensible a los fenómenos del cambio global, entre otros.

El nombre de distintos satélites y sus aplicaciones, cada día, son más familiares. Todos los días, en nuestros informativos, percibimos una imagen *Meteosat* que nos enseña el tipo de tiempo que afecta a grandes superficies de nuestro planeta y, en concreto, a nuestro espacio vivido. Asimismo, las grandes catástrofes naturales, abundantes todavía en diversos rincones del globo, son presentadas a la opinión pública mediante distintas imágenes (fotografías aéreas oblicuas o verticales, imágenes de TV tomadas desde distintas plataformas aéreas e imágenes de satélites geoestacionarios o heliosíncronos) que nos ofrecen las nefastas consecuencias de los variados fenómenos naturales que nos asolan periódicamente. Incendios forestales, inundaciones provocadas por fenómenos meteorológicos (gota fría, ciclones), terremotos, desertización y algunos otros hechos naturales son captados por nuestros satélites y representados, gráficamente, en imágenes con distinto soporte. En ocasiones, incluso se muestra una animación, construida con la sucesión de varias imágenes. Este hecho conlleva la enseñanza de la multitemporalidad de los fenómenos naturales o humanos y de la adaptación de

¹ Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá, Colegios, 2. 28801 Alcalá de Henares (Madrid)

² División de Estudios Geográficos, CIESM-CSIC, Pinar, 25 28006 Madrid

los ingenios espaciales para que cubran, cronosecucionalmente, el mismo territorio.

Este conjunto de imágenes son tenidas en cuenta, en un primer momento, como documentos gráficos que nos muestran un hecho concreto. Posteriormente, mediante su tratamiento o interpretación, aquéllas dan pie a la elaboración de variada cartografía temática en la que se puede cuantificar y localizar los daños ocasionados por una catástrofe o la distribución de cualquier hecho observable. Así pues, parece obvio que la observación de la Tierra, y de sus cambios, es clave en la administración eficaz del territorio.

Por otra parte, la cotidianeidad de la investigación espacial es tal que, frecuentemente, en distintos medios de comunicación no especializados, se difunden noticias de la puesta en órbita de satélites (Lageos II en ABC de 24/X/92), de los planes de las agencias espaciales, de instalación de bases permanentes en la Luna (Radio Nacional de España, 10/XI/92) o del proyecto de la Geoesfera (El País, suplemento dominical). Incluso, a menudo, en las exposiciones cartográficas destinadas al público en general es habitual ofrecer una muestra cartográfica evolutiva en la que, partiendo de planos y mapas antiguos, se llega a la exposición de mosaicos de fotogramas y ortoimágenes de satélite. Este es el caso de la reciente muestra sobre *Los Planos de Madrid y su época (1622-1992)* organizada por el Ayuntamiento de la ciudad.

Entre las variadas aplicaciones de las imágenes espaciales (Lo, 1986; Chuvieco y López Vizoso, 1987) destacan las tendentes a la nueva representación de la Tierra en sus más diversas formas. Desde proyectos globales, como el de la *Geoesfera* en la que se representa la Tierra mediante la composición y tratamiento de más de 37 millones de pixels que componen multitud de imágenes espaciales tomadas desde los satélites de la NOAA (van Sant y van Warren, 1990), pasando por diversos atlas que muestran la nue-

va imagen de continentes u otros espacios regionales (Sheffield, 1981 y 1983; VV.AA., 1981; Francis y Jones, 1984; Muller-Wille y Smith, 1984; Bullard y Dixon-Gough, 1985; Sancho y Chuvieco, 1986; VV.AA., 1987; Denègre, 1988; VV.AA., 1988; VV.AA., 1991; Sancho y Chuvieco, 1992; Sancho y Martín Lou, 1992) y terminando con la producción de las variadas series cartográficas de ortoimágenes a distintas escalas (Arbiol et al., 1986 y 1989; Arozarena, 1989; Fernández-Palacios et al, 1990), las imágenes espaciales se han convertido en un útil imprescindible para conocer la nueva imagen del mundo, nuestra realidad geográfica en definitiva.

Con estos nuevos recursos pedagógicos se sustituye, definitivamente, lo imaginado por la imagen (Sourbès, 1982). En otras palabras, se mejora la percepción frente a las representaciones esquemáticas tradicionales. Las imágenes espaciales son documentos sinópticos en los que se representa la realidad geográfica, permitiendo así un acercamiento de los alumnos y de la sociedad en general a la comprensión de la complejidad geográfica. En vez de contemplar un documento gráfico con una simbología asociada, disponemos de una imagen a la que pueden añadirse multitud de datos auxiliares (Robinson et al., 1987). Una buena interpretación posterior podrá desentrañar las relaciones que existen entre los distintos componentes del paisaje.

Por otra parte, las imágenes de satélite han solventado un problema, presente desde la antigüedad en la cartografía. Nos referimos a la necesidad que siempre ha sentido el hombre de conocer el conjunto de la superficie terrestre. Sin embargo, es recientemente, como consecuencia del desarrollo de la aeronáutica, cuando el hombre ha podido cambiar su percepción de la Tierra. Con motivo del decimoquinto aniversario del *Landsat*, la NASA publicó un opúsculo conmemorativo encabezado por una cita de Sócrates (450 a. de C.): «El hombre tiene que elevarse por

encima de la Tierra, hasta llegar al final de la atmósfera y más allá. Sólo entonces será capaz de entender el mundo en el que vive» (Beckel, 1988).

Por último, parece conveniente afirmar que, además de los beneficios que aportan las imágenes espaciales a un amplio abanico de ciencias, la enseñanza, a distintos niveles, es la gran depositaria de este progreso tecnológico. Sinopsis y variedad de imágenes y de aplicaciones son algunos de los hechos que explican el actual interés por estos nuevos recursos didácticos, eficaces auxiliares en la moderna enseñanza de la Geografía (Chuvieco y Sancho, 1986).

IMAGENES DE SATELITE EN LA ENSEÑANZA GENERAL BASICA

Pudiera parecer prematuro el uso de imágenes obtenidas a partir de una tecnología sofisticada para acercar los hechos geográficos a alumnos de edades comprendidas entre los 8 y 14 años. No obstante, las experiencias realizadas en este campo han sido lo suficientemente satisfactorias, como para que puedan considerarse útiles apropiados en la enseñanza de la Geografía en estos niveles. Las diversas aplicaciones han tenido por objeto la explicación, dentro de la materia de ciencias sociales, del entorno geográfico inmediato del alumno en los campos siguientes:

(i) Presentación y comprensión del plano de la ciudad en que vive el alumno, con apoyo en imágenes *SPOT* en las que, mediante una guía correcta del profesor, ellos puedan apreciar con claridad algunos edificios singulares y, sobre todo, la trama urbana y la red viaria que comunica la ciudad con el entorno inmediato.

(ii) Estudio y análisis de los problemas de infraestructura y abastecimiento de una gran ciudad. La imagen pone de relieve, mejor que ningún otro documento gráfico, todas las vías de comunicación y la profusión de embalses, en los

ríos próximos, para el abastecimiento urbano. Aquella sirve para explicar al estudiante muchos aspectos de la organización del municipio y de la Comunidad Autónoma en que vive (Consejerías de medioambiente, de abastecimiento, etc.), encauzada a una mayor eficacia en la ordenación territorial (Hilton et al., 1988).

(iii) Si contamos con cartografía convencional, representada tridimensionalmente, realizando un tratamiento paralelo con las imágenes, se pueden explicar aspectos más complejos como grandes unidades de relieve, correlacionar éstas con las condiciones bioclimáticas y con los usos del suelo vinculados a ellas. En este sentido una experiencia con niños de 12 años fue altamente satisfactoria. En ella, se explicaron las grandes unidades biogeográficas de la Comunidad de Madrid.

(iv) Fuera del estudio geográfico del ámbito inmediato al alumno, sin duda el más estudiado en estas edades, las imágenes pueden complementar a la cartografía (atlas, mapas) en la comprensión de aspectos generales como la distribución de tierras y mares, la forma de los continentes y las grandes arterias hidrográficas del mundo, entre otros muchos temas.

Se puede esperar que las sucesivas publicaciones de imágenes de conjuntos regionales de todas las Comunidades Autónomas y de Atlas con imágenes de satélite en nuestra lengua, sean útiles de gran difusión en las escuelas y que, mediante su empleo, gran parte de los conceptos geográficos de naturaleza abstracta, puedan ser explicados en imágenes concretas y resulten más fáciles de captar.

IMAGENES DE SATELITE EN LA ENSEÑANZA MEDIA

En este nivel docente nuestra experiencia es indirecta. Quiere esto decir que tenemos cons-

tancia de los problemas que pueden derivarse del empleo de las imágenes en la enseñanza de la Geografía a través de las manifestaciones de los profesores implicados. A menudo, éstos acuden a distintos cursos de enseñanza del profesorado, organizados por distintas instituciones (Ministerio, Institutos de Ciencias de la Educación, Colegios profesionales), conscientes del interés y posibilidades de estas herramientas.

Algunas de las aplicaciones más inmediatas y que, por su sencillez, aportan buenos resultados son las que a continuación, de forma resumida, se mencionan:

(i) Esfericidad de la Tierra. Mediante imágenes de satélites geostacionarios, de escasa resolución espacial, el alumno podrá observar que la Tierra es un cuerpo esférico, achatado por los polos y que por tanto, el horizonte, al ser contemplado, aparece con cierta curvatura. Estas imágenes, captadas desde 36.000 Km de altura, nos muestran el disco visible de la Tierra desde la longitud del meridiano donde se encuentra el satélite. Esto permite acceder a una visión de conjunto, lo cual constituye una de las grandes ventajas de la teledetección pues podemos observar vastos territorios de forma simultánea, con una leve deformación, simétrica respecto al centro de proyección, como consecuencia de la proyección acimutal y de la elevada altitud desde la que se realiza la toma. Por otra parte, la imagen posee más información que un globo terráqueo, mucho más esquemático.

(ii) Las imágenes *Meteosat-Goes* nos presentan la distribución de las masas nubosas en un hemisferio. El profesor dispone de un soporte ideal para explicar, grosso modo, cuál es la dinámica general de la atmósfera y su relación con la distribución zonal de la Tierra, los componentes de los vientos, las corrientes marinas, el reparto de continentes y mares y otros aspectos zonales.

(iii) Las imágenes de otros satélites meteorológicos

heliosíncronos son útiles de gran interés para enseñar procesos geográficos que se muestran a nivel continental. La distribución zonal del tapiz vegetal, las macroestructuras orográficas, así como las distorsiones provocadas por la antropización (desertización, deforestación) quedan patentes en imágenes NOAA del continente africano, europeo o americano, en las que, además, se aprecian los grandes usos del suelo.

(iv) La distribución de los mares y continentes queda perfectamente registrada en cualquier imagen de satélites meteorológicos geostacionarios. El perfil de las tierras emergidas es ahora bien conocido. Ha sido necesario el transcurso de muchos siglos para que se cumpliera la afirmación de Sócrates. El nuevo satélite Lageos-II nos aportará datos sobre el desplazamiento de los continentes que complementarán las ideas recogidas en la teoría de la deriva continental.

(v) El diseño de sensores de mayor resolución espacial ha permitido la producción de ortoimágenes de gran calidad a escalas medias y grandes (1:100.000, 1:50.000 y 1:25.000)(Arbiol et al. 1986 y 1989; Arozarena et al., 1989; Fernández-Palacios et al., 1990). El empleo didáctico de éstas proporcionarán importantes oportunidades para mostrar a los estudiantes hechos humanos y físicos de gran interés. Distribución y tamaño de los núcleos rurales y urbanos, trazado de las grandes vías de comunicación, grandes usos del suelo, morfología y tamaño del parcelario, morfología de los grandes sectores de una ciudad son algunos de los temas registrados en la imagen y susceptibles de interpretación por alumnos-profesores.

Sin embargo, a pesar de la utilidad docente de las imágenes espaciales surgen, a menudo, algunos problemas que dificultan su difusión. Entre ellos cabe destacar el elevado precio que, frecuentemente, grava la adquisición de este mate-

rial pedagógico. Hasta hace pocos años, las imágenes *Thematic Mapper* (TM), en color (3 bandas), en formato fotográfico, solían costar alrededor de 100.000 ptas e, incluso, más si aquéllas estaban corregidas geoméricamente. Estas circunstancias hacían inalcanzables estos recursos de cara a la enseñanza en niveles medios, teniendo en cuenta los recortados medios económicos disponibles. En ocasiones, se recurría a la proyección de diapositivas con objeto de suscitar los comentarios y obviar este problema.

En la actualidad, fruto del esfuerzo de diversos organismos cartográficos que desean una gran difusión de estos productos, se han editado grandes series de ortoimágenes y mosaicos de imágenes a distintas escalas, combinaciones de color y fechas que han abaratado los costes de producción y de venta. Evidentemente, la calidad no es la misma pero es suficiente para los fines pedagógicos a los que nos referimos. Hoy en día, es posible adquirir una ortoimagen *TM* a escala 1:100.000 por 500 ptas o una ortoimagen *SPOT* pancromático de escala 1:50.000 por 400 ptas. (Instituto Geográfico Nacional), mosaicos de conjuntos regionales españoles, en falso color, a diferentes escalas por 1500 ptas., ortofotomapas y ortoimágenes de diferentes escalas (1:25.000-1:100.000) entre 500 y 2000 ptas. (Institut Cartogràfic de Catalunya) u ortoimágenes *SPOT+TM*, a escala 1:50.000, de gran calidad, de cualquier zona de la Comunidad de Madrid por 12.000 ptas (Consejería de Política Territorial).

Actualmente, algunos de los problemas señalados por Vauzelle (1984) van siendo superados. Existe gran interés y receptividad de las imágenes espaciales por parte, tanto de los alumnos como de los profesores. No en vano, las Primeras Jornadas de Geografía, organizadas por el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá, orientadas a los alumnos y profesores de Enseñanza Media y los cursos de formación del

profesorado, en los que colabora nuestro Departamento dando a conocer estos recursos pedagógicos y sus aplicaciones en clase, tienen muy buena aceptación.

Por otra parte, la accesibilidad a las imágenes cada vez es mayor y más fácil. Al menor precio hay que añadir la mayor cercanía física de los organismos productores y distribuidores de las imágenes e, incluso, los servicios de venta por correo que ofrecen.

También, es deseable llamar la atención sobre la conveniencia de que existieran más documentos comentados (Chuvieco, 1986; López Vizoso, 1990) con objeto de facilitar la comprensión a los profesores y de asegurar su empleo en la enseñanza. Junto a ello, sería de gran interés, disponer de un repertorio de diapositivas comentadas con una muestra de diversas imágenes de satélite y fotografías aéreas. Quizás, la falta de estos útiles pueda ser compensada por la riqueza de atlas que contienen imágenes espaciales, profusamente comentadas, junto a otras fuentes documentales más convencionales (fotografías aéreas verticales, oblicuas, mapas básicos y temáticos).

Por último, podríamos decir que el análisis visual puede tener más peso, en este nivel educativo, que el tratamiento digital de imágenes como consecuencia de la interacción de varias circunstancias. Por una parte, el equipamiento informático necesario (Chuvieco, 1990) para abordar éste último junto a la elevada especialización de los operadores dificultan su empleo. Bien es verdad, que en algunos centros de enseñanza media disponen de aulas informáticas y que, en la actualidad, existen herramientas (programas) e información digital (imágenes) cada vez más baratos. Sin embargo, todavía no son comparables en precio respecto a las imágenes en formato fotográfico por lo que parece más oportuno, todavía, el análisis visual.

IMAGENES ESPACIALES EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

En este nivel educativo, es posible y deseable, profundizar en las posibles aplicaciones del análisis visual de imágenes, tanto más cuanto más nos acerquemos a los últimos años de la licenciatura o a los cursos de post-grado. Sin embargo, buena parte de los problemas, referidos a la enseñanza media, son comunes. Mencionaremos algunas experiencias desarrolladas en nuestra práctica docente con nuestros alumnos.

En el primer año de la licenciatura, uno de los objetivos del seminario de *Geohistoria* es formar a los alumnos en el aprendizaje de los conceptos elementales de cartografía con objeto de que dispongan de los conocimientos imprescindibles para la comprensión y manejo de mapas de base (topográficos) y temáticos.

Los primeros pasos tienden a la familiarización de su espacio vivido (una hoja del mapa topográfico nacional). Para ello, se realizan diferentes prácticas sobre la hoja de Alcalá de Henares (560), de escala 1:50.000. Una vez conocidos los elementos de la cartografía y el área de estudio, el profesor recurre a otras fuentes de información geográfica con objeto de suscitar la comparación de éstas con el mapa y de iniciar a los alumnos en el proceso de aprendizaje del análisis visual. Para ello, se suministran fotografías aéreas pancromáticas del mismo área, de escala 1:30.000, de diferentes fechas, fotografías aéreas en falso color, de escala 1:60.000, ortoimágenes *Spot* pancromáticas, de escala 1:50.000 y, por último, ortoimágenes *Spot*, mezcladas con *Thematic Mapper*, en falso color, de escala 1:50.000 que disponen de abundante información auxiliar.

Localización de entidades de población, de las principales arterias de comunicación y cursos hidrográficos, caracterización de los distintos barrios de los núcleos urbanos más importantes,

evolución general del territorio entre distintas fechas de referencia (usos del suelo, nuevos componentes del paisaje, crecimiento de las ciudades) son algunas prácticas a desarrollar durante el curso académico. Incluso en el ámbito urbano, en que las aplicaciones han sido, comparativamente, menores en número que en otros aspectos temáticos (medioambiente, geografía del paisaje o usos del suelo) y para el que tradicionalmente se cree menos idónea la información de satélite, la experiencia demuestra que las imágenes *SPOT* pancromáticas y *Thematic Mapper* permiten estudiar, con cierta profundidad, aspectos tan diversos como:

(i) La situación y el emplazamiento urbano, uno de los temas clásicos de la Geografía urbana en el que las imágenes *TM* a escala 1:100.000 son documentos irremplazables para analizar la ciudad en su contexto regional. Del mismo modo, las imágenes *SPOT* de escala 1:50.000 son la referencia obligada en el estudio del marco topográfico de la ciudad.

(ii) Los aspectos morfológicos del paisaje urbano pueden ser accesibles a partir de imágenes espaciales, mediante el estudio de la infraestructura viaria urbana (formas, densidad, jerarquía), el análisis de los estilos formales o tipologías de edificación (textura, densidad, granulado) y la definición de células formales diferentes (barrios, sectores). Incluso partiendo de la información precedente puede realizarse la sectorización urbana y la comprensión de algunos aspectos funcionales de la misma (áreas residenciales, industriales, de servicios y de ocio).

(iii) Las formas de crecimiento y la progresiva invasión del espacio rural por el tejido urbano, es uno de los temas más estudiados a partir de imágenes de satélite, realizando análisis multi-temporales. Estos son de enorme importancia, pues los usos urbanos son grandes consumidores de espacio y muy estables en el tiempo. Conviene, a este respecto, estudiar la velocidad del

avance y la calidad del suelo consumido en él (Rimbert, 1984).

(iv) Los límites y las barreras urbanas, tanto las que provienen del medio natural como las artificiales creadas por el hombre, se detectan con mayor nitidez en las imágenes espaciales. Los escarpes, ríos, masas forestales protegidas forman, a veces, barreras sólidas que frenan el avance en ese sector urbano. De la misma forma, las barreras generadas por la red viaria (autovías, circunvalaciones, líneas férreas), por los equipamientos públicos de gran envergadura (cuarteles, hospitales, campus universitarios) e, incluso, las construcciones del *zoning* industrial crean importantes externalidades negativas que se hacen visibles, desde el espacio, al configurar los aspectos formales de la ciudad.

(v) Finalmente, ciertos procesos urbanos son susceptibles de analizarse en las imágenes espaciales, siempre que aquéllos tengan significación formal y revistan suficiente importancia para ser reflejados a la escala de la imagen interpretada. Se han podido detectar actuaciones de renovación urbana en cascos históricos (estudio sistemático del grano) y, sobre todo, la sustitución, en las periferias, de chabolas por viviendas de absorción.

Con la progresiva mejora de la resolución espacial se obtendrán productos a escalas mayores y con información más pormenorizada, más adecuadas al estudio de otros aspectos urbanos, hoy, vetados a las imágenes *SPOT* de escala 1:50.000.

Otra cuestión de interés, a evaluar por el profesor, es la manifiesta curiosidad por parte de los alumnos. Desean conocer, más a fondo, esa nueva imagen de su territorio, del que mejor conocen porque viven sobre él, porque han experimentado diversas vivencias. La comparación de diversas fuentes documentales les permite comparar los aspectos bajo los que se representa un mismo objeto e, incluso, la evolución que ha

sufrido el paisaje a lo largo de unas décadas. Estos hechos, les incitarán a preguntarse sobre los porqués de los cambios y de las distribuciones específicas de los hechos geográficos, uno de los pilares del saber geográfico.

En el segundo ciclo y, en concreto, en la asignatura de *Geografía Regional de España* se emplean abundantes imágenes de satélites y mosaicos con el objetivo de mostrar a los alumnos, sinópticamente, la organización interna de cada una de las regiones españolas y las importantes diferencias intrarregionales, bien sean físicas o socio-económicas. Estas imágenes sirven de soporte ideal para las explicaciones del profesor y como fuente de información acerca del relieve, vegetación, hidrografía y otras variables espaciales. En la imagen queda registrada la síntesis entre las entidades o elementos naturales y culturales. Imágenes espaciales y Teledetección son consideradas fuente y técnica de análisis espacial y, en concreto, regional (Nellis et al., 1989).

Pósters de Aragón y de Andalucía, elaborados mediante un mosaico de imágenes MSS y editados por las instituciones regionales respectivas, mosaicos regionales, en forma de mapa, de Castilla-León, País Vasco, Cataluña, Baleares (consultar catàleg de publicacions del Institut Cartogràfic de Catalunya) y serie de ortoimágenes espaciales, de escala 1:100.000, de interés para la regiones uniprovinciales (ver catálogo de publicaciones del Instituto Geográfico Nacional) son algunos recursos didácticos que vienen a sumarse a los mapas autonómicos que publica, a diversas escalas, el Instituto Geográfico Nacional.

Estos son buenos documentos para mostrar la realidad regional. Es necesario, no obstante, entrenar a los alumnos, proporcionándoles claves, patrones y otros medios, para que vayan habituándose a esta nueva percepción de la región, pudiendo así sacar más partido de la lectura de la imagen.

Otro recurso pedagógico empleado con los alumnos de cuarto curso es el cuaderno denominado *Imagen y paisaje* (Sancho y Martín Lou, 1992), perteneciente al Atlas Nacional de España. Esta fuente, ya comentada, puede ser usada directamente por los alumnos. De la España húmeda a la semiárida, de Extremadura a la fachada oriental, el lector puede recorrer la variedad de paisajes y regiones que surcan España a través de las páginas del Atlas. Para ello, dispone de imágenes de satélite junto a la cartografía básica y temática correspondiente y a las fotografías aéreas, verticales y oblicuas.

Por último, en los *cursos de post-grado y de doctorado*, por versar sobre este tema y otros conexos de forma monográfica, es necesario que junto a la claridad explicativa se asocie el mayor rigor científico.

La amplia variedad de aplicaciones que se pueden derivar del análisis visual de imágenes espaciales permite mantener, simultáneamente, la atención de estudiantes con distinta formación. En ocasiones, en cursos interdisciplinarios (*Curso de cartografía e interpretación de imágenes de satélite* que organiza cada año la Universidad de Alcalá en colaboración con la Comunidad Autónoma de Madrid) se ha propuesto a cada alumno que elabore un croquis temático libre sobre el mismo conjunto de fotogramas aéreos. Los resultados fueron enormemente variados lo que confirma que cada intérprete tiende a observar, parcialmente, aquellos elementos que conoce mejor y para lo cual se halla mejor entrenado. Otras experiencias similares (Merchant, 1989) corroboran esta afirmación.

Tan sólo diremos que nuestra docencia se centra en las aplicaciones relacionadas con la cartografía de la ocupación y usos del suelo, tanto de áreas rurales como urbanas, así como en las aplicaciones tendentes a la cartografía geomorfológica, hidrografía y análisis de morfología urbana. Como puede apreciarse, tan sólo se

estudia una pequeña parte de las posibilidades que brindan las imágenes.

Lo que pretendemos ahora es reflexionar sobre la importancia de algunos aspectos que deben ser tenidos en cuenta. La experiencia demuestra que, reiteradamente, son los más problemáticos.

(i) En primer lugar, es de gran importancia inculcar a los estudiantes una sistematización minuciosa a la hora de abordar las prácticas con objeto de evitar la desorientación general. Al menos, estas observaciones han de considerarse hasta que los alumnos no hayan adquirido un entrenamiento suficiente y un elevado nivel de referencia. Es conveniente, por tanto, llamar la atención sobre la necesidad de una estrategia previa (Merchant, 1989; Chuvieco, 1990) en la que los alumnos elijan, adecuadamente, el material que van a emplear, combinaciones de color de las imágenes, escala de trabajo, leyenda e, incluso, tipo de tratamiento a emplear.

(ii) Con la introducción de sensores de alta resolución espectral (*Thematic Mapper*) el número de posibles combinaciones de bandas aumentó considerablemente. Se han ideado distintos métodos para conocer cuáles son las combinaciones ideales según las aplicaciones (Chuvieco, 1990). Además de los procedimientos estadísticos (Hord, 1986; Arbiol et al., 1986; Moreira et al., 1987) existen otros más empíricos, basados en la experiencia directa de un grupo de intérpretes sobre diferentes combinaciones de color (Troler and Philipson, 1986).

Los resultados son diversos. La mayor parte de trabajos coinciden en que es conveniente emplear, al menos, un canal visible, un infrarrojo cercano y otro infrarrojo medio, asignando siempre el color rojo a la banda 4TM. Entre otras, esa fue la composición de color (4/5/3, R/G/B), elegida para realizar el proyecto *Land Cover* del programa *CORINE* (López Vizoso, 1989; Chuvieco, 1990). Sin embargo, otras experiencias hacen hincapié en la mejor sensibilidad del ojo

humano a las variaciones cromáticas del verde (Richards, 1986) por lo que convendría que la vegetación fuese representada en verde. Para ello, a la banda 4TM debería asignársele el color primario verde. Esta ha sido la solución empleada en algunos trabajos con objeto de mejorar la calidad visual de la imagen antes de su interpretación (Moreira et al., 1987) o de presentar a un lector no iniciado de la imagen, una idea más cercana a la realidad (ortoimágenes espaciales 1:100.000 editadas por el Instituto Geográfico Nacional). En este último caso, no se trata de un color natural. Sigue siendo un falso color (5/4/3) más próximo al color natural que otros falsos colores convencionales.

Sobre esta última serie de ortoimágenes se llevó a cabo una experiencia docente. El profesor propuso la interpretación de un fragmento de imagen, correspondiente a la hoja 683 (Espinoso del Rey), un área de montaña de la comarca de los Montes de Toledo, con elevada densidad de cobertura vegetal.

Se pretendía un doble objetivo. Por una parte, adiestrar a los estudiantes en la interpretación de esta composición de color, menos habitual, descubriendo así nuevas claves de color (correspondencias entre clases de ocupación y colores) y comparando éstas con las ya conocidas en los falsos colores más frecuentes. Por otra, demostrar cómo un buen fotointérprete puede alcanzar elevada eficacia en la cartografía de ocupación del suelo empleando estas ortoimágenes, de menor calidad fotográfica pero, también, menos onerosas. La matriz de confusión resultante, después de haber verificado 64 puntos, distribuidos aleatoriamente (Aronoff, 1982; López Vizoso, 1989; Chuvieco; 1990), reveló una fiabilidad global del 85,93%, cifra similar a las resultantes después de realizar test sobre la precisión de la cartografía efectuada mediante la interpretación de imágenes en falso color convencional (4/3/2; 4/5/3) (Chuvieco, 1986; López Vizoso, 1989; Chuvieco y Martínez, 1990).

(iii) La estrategia del trabajo también incumbe a la escala elegida. El profesor puede proponer un ejercicio previo en el que haga reflexionar a los estudiantes sobre la escala que elegirían a la hora de efectuar cartografía sobre los siguientes temas: hidrología, geomorfología, ocupación y usos del suelo, morfología y otros estudios urbanos. Además puede añadir algunos condicionantes a tener en cuenta. Entre ellos, es conveniente tener en cuenta el nivel de desagregación o de detalle en las leyendas empleadas.

(iv) Otro de los elementos a considerar en la estrategia previa es la leyenda. Mucho se ha escrito sobre esta cuestión (Anderson et al., 1976; Jensen, 1983 a; Chuvieco, 1990) y, en concreto, sobre la conveniencia de emplear leyendas jerárquicas y generales de tal forma que puedan ser comparables los resultados de distintas áreas geográficas.

En este sentido, el profesor puede sugerir que cada alumno elabore su propia leyenda, con objeto de elaborar un mapa, de ocupación del suelo o de cualquier otro tema, sobre una misma imagen. Posteriormente, en una puesta en común, cada estudiante podrá defender los criterios con los que diseñó su leyenda y se compararán los resultados, anotando coincidencias y divergencias.

En otros casos, el profesor puede partir de una leyenda inicial sobre la cual se podrían reformar, añadir o suprimir las categorías que la componen. Una experiencia que partió de la leyenda empleada en el programa *CORINE-Land Cover* (López Vizoso, 1989), demostró que los alumnos son capaces de mejorar, de acuerdo a los objetivos de su trabajo, dicha leyenda, fomentando así su iniciativa y reflexión.

(v) En cuanto al tipo de tratamiento a emplear, conviene hacer algunas matizaciones. Es frecuente que los alumnos no presten excesiva atención a la interpretación de fotografías aéreas o imágenes espaciales, considerando que es un

procedimiento antiguo y, ampliamente, superado por el tratamiento digital. Explosión informática y culto a lo digital deslumbran a los estudiantes por la aparente novedad que para ellos suponen. A menudo, creen que esta técnica de análisis es la panacea (Williams, 1989; Jensen, 1989). Para superar esta errónea percepción, el instructor debe dedicar especial atención a subrayar la complementariedad de ambos procedimientos (Jensen, 1989; Sánchez y Pérez, en prensa), señalando los aspectos específicos que caracterizan al análisis visual y lo diferencian del tratamiento digital, así como las ventajas e inconvenientes de ambos (Merchant, 1989; Williams, 1989; Chuvieco, 1990; Chuvieco y Martínez, 1990; Baudot, en prensa).

Algunos trabajos han profundizado en las características propias del análisis visual (Campbell, 1987; Merchant, 1989, Williams, 1989). La mayor parte de ellos coinciden en que al analizar visualmente una imagen, el intérprete dispone de un elevado número de criterios de identificación y que, la consulta, constante e interactiva, a su base de datos de referencia permite, con fluidez, un proceso lógico y sistemático que aún no está al alcance de ningún equipo informático de procesamiento digital. Es necesario conocer, no sólo las características espectrales de un territorio sino su estructura espacial. Por tanto, los criterios de identificación basados en las características espaciales (textura, situación, patrón, asociación, forma, tamaño, sombras) no son reconocibles, actualmente, de forma automática. Es necesario esperar al desarrollo de los sistemas expertos y al avance de los conocimientos relacionados con la inteligencia artificial (Williams, 1989; Jensen, 1989). Mientras tanto, estas circunstancias han desencadenado un redescubrimiento de las técnicas manuales de fotointerpretación.

Tan sólo, la influencia de las sombras en la respuesta espectral de una misma cubierta en orientaciones distintas (umbría-solana) ha podi-

do ser tenida en cuenta con la incorporación de información digital auxiliar: nos referimos a los Modelos Digitales del Terreno (Felicísimo y García-Manteca, 1990). Otros trabajos tendentes al reconocimiento automático de las texturas, basados en los clasificadores de contexto (Rimbert, 1989; Solé y Serra, 1991; Binard et al., en prensa; Messar and Messar, en prensa) y de formas (Fernández et al., en prensa) son experimentales y es necesario un mayor desarrollo para obtener resultados satisfactorios. De momento, es imprescindible seguir trabajando con análisis visual de fotogramas o imágenes espaciales de forma coordinada con el tratamiento digital, con objeto de complementar el alcance de ambos (Baudot, en prensa).

Por otra parte, la mejora de las resoluciones espacial y espectral que han experimentado la mayor parte de los sensores contribuye a aportar más datos, tendentes a facilitar una correcta identificación de la ocupación del suelo. Sin embargo, en muchas ocasiones, ocupación y uso del suelo difieren (Jensen, 1983 a) siendo más deseable e imprescindible, en las tareas de planificación, conocer el uso efectivo que la ocupación (Williams, 1989; Baudot, en prensa). En los esquemas de clasificación de ocupación/ usos del suelo (Anderson et al., 1976; López Vizoso, 1989) los niveles III y IV, los más adecuados para la planificación regional y local, están compuestos de gran número de categorías de uso, no de ocupación. Para llegar a identificar, clasificar y cartografiar estos usos del suelo mediante Teledetección son necesarias dos condiciones. En primer lugar, el empleo de documentos con escalas medias-grandes (Anderson et al., 1976; Jensen, 1983) y en segundo, emplear procedimientos de interpretación visual (López Vizoso, 1989). En este último caso, el intérprete, mediante el método deductivo (Campbell, 1987), puede inferir el uso (que no es visible directamente en la imagen), recurriendo a los variados

criterios de identificación y a su base de datos de referencia (conocimiento del terreno, trabajos de campo, información auxiliar).

(vi) También conviene llamar la atención sobre los variados métodos de interpretación (Campbell, 1987) disponibles por cualquier usuario. Si bien la interpretación determinista, basada en la búsqueda de relaciones, expresadas cuantitativamente, entre las características de la imagen y del terreno sin recurrir a información exógena, parece el método más riguroso, existen otros métodos que son susceptibles de ser empleados, complementariamente, por el intérprete en casos específicos.

(vii) Otro aspecto de gran interés en la enseñanza del análisis visual de imágenes espaciales son las claves de referencia. Claves de color, tonos, textura, formas, tamaños, sombras, patrones, asociaciones caracterizan cada objeto. Mediante el manejo de aquéllas el intérprete puede identificar correctamente los diferentes objetos o entidades de la imagen y clasificarlos, adecuadamente, en las categorías definidas en la leyenda. Las claves pueden ser diseñadas mediante descripciones visuales o textuales, bien por separado, bien conjuntamente. Algunas experiencias docentes tienden a que los alumnos generen una matriz en la que conste en filas, los individuos agrupados en clases de la leyenda y en columnas, los criterios de identificación. De esta sencilla forma, los estudiantes pueden ir rellenando cada celdilla con las claves de color, textura, patrón, etc, observando, sinópticamente, las diferencias que definen cada categoría. Así, los intérpretes noveles centrarán su atención en la búsqueda de esos rasgos diferenciales, optimizando el tiempo de interpretación y la calidad de los resultados.

Sin embargo, estamos de acuerdo con Campbell (1987) en que las claves son instrumentos diseñados para intérpretes inexpertos. Su empleo facilita el aprendizaje y entrenamiento sistemáti-

co de los estudiantes. Con este fin son utilizadas en los ejercicios docentes. En ocasiones específicas, los intérpretes avezados utilizan claves técnicas que les facilitan su tarea.

(viii) Por último, recomendamos a los estudiantes menos expertos una aproximación que vaya de lo general a lo particular. En una primera etapa, se pueden delimitar aquellas áreas que sean homogéneas desde el punto de vista fotomórfico (Campbell, 1987). Las grandes manchas de los niveles I y II de una leyenda jerárquica serán dibujadas inicialmente. Mas aún, no es necesario una identificación/clasificación simultánea de cada área, pudiendo dejarse ésta para el final. En este caso, a posteriori, se procederá a realizar una asociación de regiones fotomórficas y clases informacionales. Posteriormente, se descenderá a un nivel de más detalle, identificando y delimitando variaciones internas, completando la cartografía con clases de niveles inferiores (III y IV).

De la experiencia en la enseñanza universitaria se deriva la siguiente **propuesta metodológica** para el análisis de imágenes espaciales, aplicable a cualquier espacio geográfico o ámbito de estudio y diseñada para usuarios con escasa o nula experiencia en este campo. Las fases a seguir serían las siguientes:

(i) Preparación de los trabajos de campo mediante el análisis general de las imágenes de satélite. En este estadio se comenzará a elaborar una tabla provisional de cubiertas, claramente identificables en la imagen y de los que se pueda establecer correspondencia temática fiable. El objetivo final de la etapa preparatoria es contar con elementos que permitan el conocimiento general de las unidades de paisaje del espacio que se pretende analizar.

En esta preparación es importante apoyarse en los datos de referencia (información complementaria o auxiliar); de particular interés son las fotografías aéreas y la cartografía de índole temática diversa.

(ii) Los trabajos de campo propiamente dichos en los que se recorrerá el área elegida mediante transectos, diseñados a lo largo de diversas orientaciones de la imagen y que atraviesen el mayor número posible de unidades temáticas, tanto de las identificadas en los trabajos preparatorios (serán, en esta etapa, verificadas) como de las que aún no están identificadas. Es conveniente que cada unidad temática y cada cambio sean fotografiados (elemento importante en la generación de claves de interpretación) y anotadas sus características, tanto en el terreno como en las fotografías aéreas y en la imagen de satélite.

Esta fase está destinada a crear un cuerpo amplio de observaciones, fase experimental del método científico. En el caso que nos ocupa son experiencias con una correspondencia triple (terreno, fotografía aérea, imagen de satélite) aplicada por diversos autores (Poncet, 1984; Girard y Girard, 1989).

(iii) Con el cuerpo de observaciones elaborado se procederá a la formación de las claves de identificación, en este caso, adaptadas a la región que se pretende analizar. A la par se elaborarán las tablas de correspondencias, aplicando criterios generales (color, tono, textura, formas, tamaño, disposición, patrones) a los que se añade, en el caso particular del ámbito urbano el tejido, entramado, densidad y granulado.

Es de gran interés realizar tablas de correspondencia multitemporales para aquellos aspectos cambiantes en un corto lapso de tiempo. Para ello se requiere el estudio del calendario agrícola en cada cultivo, en el que se recojan los diversos estadios (suelo desnudo, sembrado, densidad de la cubierta, momento de maduración y época de cosecha). En el caso de usos forestales se ha de tener en cuenta el ciclo fenológico de las diversas especies.

La elaboración de tablas de correspondencia monoteemporales y multitemporales permite el diseño de claves de identificación muy fiables y de amplia utilización.

(iv) Utilizando las claves elaboradas en la etapa anterior se procederá al análisis sistemático de la imagen (proceso de identificación). Se aislan y definen áreas homogéneas, teniendo en cuenta si cada una de ellas tiene límites muy definidos o poco definidos con el entorno.

(v) Se procederá posteriormente a la clasificación haciendo intervenir los elementos conocidos, y asignando cada unidad a su clase temática.

(vi) Fase de interpretación en que se explican las características de las unidades temáticas de los espacios interpretados en la imagen, teniendo en cuenta todos los factores que han contribuido a su configuración.

Con ligeras modificaciones esta metodología se ha aplicado en los estudios de doctorado, en el análisis del espacio urbano a partir de imágenes *SPOT*. Los alumnos han elaborado las tablas de correspondencia aplicando cinco criterios de identificación (tejido, trama, textura, densidad, grano) a ciudades desconocidas. Han generado diversos patrones de morfología urbana que fueron aplicados sistemáticamente a la imagen, bariéndola totalmente en cuadrículas o celdas de 1 cm. de lado. Aunque laborioso, el resultado ha sido bueno en cuanto al conocimiento de ese espacio urbano y sobre todo en la aplicación de los mismos patrones a otras grandes aglomeraciones españolas.

CONCLUSIONES

Por una parte, debemos subrayar el importante papel que hoy día juegan las imágenes espaciales en el conocimiento actual de nuestro planeta, tanto a nivel global como regional y local. Estas se han convertido en un útil docente muy valioso, ineludible en la moderna enseñanza de la Geografía, tanto en niveles básicos como universitarios.

El amplio abanico de plataformas (aéreas y espaciales) y de sensores (de variadas resoluciones espaciales, espectrales y radiométricas) permiten una gran diversidad de aplicaciones en la investigación y en la enseñanza. Asequibilidad de las imágenes, existencia de repertorios y atlas comentados junto a la imaginación de los profesores son algunos condicionantes explicativos de la mayor difusión actual y previsible en el futuro más inmediato.

Estos nuevos instrumentos de investigación y docencia no se hallan desprovistos de dificultades y controversias. Análisis visual-tratamiento digital parecen, en ocasiones, métodos excluyentes cuando en realidad se complementan perfectamente. No obstante, la controversia y el diálogo científico-técnico son los verdaderos motores de desarrollo y los que hacen avanzar esta técnica de análisis, diseñando nuevos algoritmos que estructuren lógicamente y sistemáticamente los procedimientos humanos.

REFERENCIAS

- Anderson, J.R. et al.** (1976): *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data*, Washington D.C., U.S. Geological Survey, Prof. Paper 964.
- Arbiol, R. et al.** (1986): «Mapa falso color de Catalunya a escala 1:100.000 a partir de imágenes del sensor TM del satélite Landsat-5», *I Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección*, Barcelona, ICC-CSIC, 9-29.
- Arbiol, R. et al.** (1989): «Ortofotomapa de Catalunya en falso color 1:50.000», *Teledetección y planificación integrada del territorio*, Madrid, MOPU, 193-200.
- Aronoff, S.** (1982): «The map accuracy report: A user's view», *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, nº 48, 1309-1312.
- Arozarena, A. et al.** (1989): «Aplicaciones de las imágenes espaciales a la cartografía de base», *Teledetección y planificación integrada del territorio*, Madrid, MOPU, 215-223.
- Baudot, Y.** (en prensa): «Urban monitoring and town planning in Developing Countries: an application to Marrakech», en *Remote Sensing and GIS Integrated for the management of Less Favoured Areas*, Louvain-la-Neuve, EARSeL.
- Beckel, L.** (1988): «Imágenes tomadas desde satélite» en *La nueva imagen del viejo mundo vista desde satélite*, Barcelona, Plaza y Janés, 21-24.
- Binard, M. et al.** (en prensa): «Towards a Rational Utilization of Satellite Imagery for Lisbon's Metropolitan Planning» en *Remote Sensing and GIS Integrated for the management of Less Favoured Areas*, Louvain-la-Neuve, EARSeL.
- Bullard, R.K. y Dixon-Gough, R.W.** (1985): *Britain from Space. An Atlas of Landsat Images*, London, Taylor & Francis, 128.
- Campbell, J.B.** (1987): *Introduction to Remote Sensing*, New York, The Guilford Press.
- Chuvieco, E.** (1986): «Análisis visual multiestacional de la ocupación del suelo en Madrid y Guadalajara: propuesta de cartografía a partir de imágenes de satélite», *Geographica* (separata de publicación).
- Chuvieco, E.** (1990): *Fundamentos de Teledetección espacial*, Madrid, Rialp.
- Chuvieco, E. y Sancho, J.** (1986): «Tratamiento visual y digital de las imágenes espaciales: Aplicaciones docentes», *Didáctica Geográfica*, nº 14, 17-28.
- Chuvieco, E. y López Vizoso, J.M.** (1987): «La teledetección espacial: un nuevo instrumento de investigación», *Paralelo 37º*, vol. 10, 47-66.
- Chuvieco, E. y Martínez, J.** (1990): «Visual Versus Digital Analysis for Vegetation Mapping: Some Exam-

ples on Central Spain», *Geocarto International*, vol. 5, 21-31

Denègre, J. (1988): *Thematic Mapping from satellite imagery*, London, Elsevier

Felicísimo, A.M. y García-Manteca, P. (1990): «Corrección de efectos topográficos en las imágenes Landsat mediante el uso de un modelo digital de elevaciones» *III Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección*, Madrid, AET-Instituto Tecnológico Geominero de España, 209-216.

Fernández, S. et al. (en prensa): «Reconocimiento automático de formas en imágenes de Teledetección», *Teledetección y Medio Ambiente*, Sevilla, AET-Junta de Andalucía.

Fernández-Palacios, A. et al. (1990): «Análisis multitemporal de imágenes HRV-SPOT a escala de semidetalle. Su utilización en la actualización planimétrica y de usos del territorio», *III Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección*, Madrid, AET-Instituto Tecnológico Geominero de España, 33-42.

Francis, P. and Jones, P. (1984): *Images of Earth*, London, George Philip, 159 .

Girard, M.C. y Girard, C.M. (1989): *Télédétection appliquée. Zones tempérées et intertropicales*, Paris, Masson.

Hilton, K. et al, (eds). (1988): *Spaceview UK. A teacher's guide to Landsat TM images in the classroom*, Nottingham, The Remote Sensing Society.

Hord, R.M. (1986): *Remote Sensing. Methods and Applications*, New York, John Wiley and Sons.

Jensen, J.R. (1983a): «Urban/Suburban Land Use Analysis» en Colwell, R.N., (ed), *Manual of Remote Sensing*, Falls Church, ASPRS, vol 2, 1571-1666.

Jensen, J.R. (1983b): «Educación en el procesamiento de imágenes: una visión general», *CIAF*, nº 8, 69-80.

Jensen, J.R. (1989): «Remote Sensing Education: Present Realities and Future Potential» en Nellis, M.D., Lougeay, R. y Lulla, K. (eds), *Current Trends in Remote Sensing Education*, Hong Kong, Geocarto International, 81-86.

Lo, C.P. (1986): *Alied Remote Sensing*, New York, Longman, 391 .

López Vizoso, J.M. (1989): «La observación de la Tierra desde el espacio: el mapa de ocupación del suelo de la Comunidad Económica Europea», *Estudios Geográficos*, nº 196, 409-434.

López Vizoso, J.M. (1990): *A Coruña; Mapa de ocupación del suelo*, Madrid, IGN.

Merchant, J.W. (1989): «Teaching Digital Image Analysis Strategies» en Nellis, M.D. Lougeay, R. y Lulla, K. (eds), *Current Trends in Remote Sensing Education*, Hong Kong, Geocarto International, 65-80.

Messar, N. and Messar, Y. (en prensa): «Vers une quantification de la densité urbaine a partir des images satellitaires: application à la ville d'Oran», en *Remote Sensing and GIS Integrated for the management of Less Favoured Areas*, Louvain-la-Neuve, EARSeL.

Moreira, J.M. et al. (1987): «El tratamiento de imágenes TM como ayuda para la actualización de mapas de usos del territorio», en *Comunicaciones a la 2ª Reunión Nacional del Grupo de Trabajo en Teledetección*, Madrid, CDTI, 289-301.

Mueller-Wille, C. and Smith, R.M. (1984): *Images of the World. An Atlas of Satellite Imagery and Maps*, Glasgow, Collins & Longman, 175 .

Nellis, M.D. et al. (1989): «Interfacing Remote Sensing Research and Instruction» en Nellis, M.D. Lougeay, R. y Lulla, K. (eds), *Current Trends in Remote Sensing Education*, Hong Kong, Geocarto International, 1-3.

Poncet, Y. (1984): «La Télédétection spatiale dans

un inventaire géographique à petite échelle», *L'Espace Géographique*, vol. 3, 173-184.

Richards, J.A. (1986): *Remote Sensing Digital Image Analysis*, Berlin, Springer-Verlag.

Rimbert, S. (1984): «A propos d'une analyse d'image satellitaire» *L'Espace Géographique*, nº 2,.

Rimbert, S. (1989): «Aport du Spot au domaine urbain: Etude de cas sur Strasbourg», *Teledetección y planificación del territorio*, Madrid, MOPU, 325-332.

Robinson, A.H. et al. (1987): *Elementos de Cartografía*, Barcelona, Omega.

Sánchez, J.I. y Pérez, P. (en prensa): «Aplicaciones de la Teledetección espacial a la planificación del uso agrario del agua. Métodos de trabajo», *Teledetección y Medio Ambiente*, Sevilla, AET-Junta de Andalucía.

Sancho, J. y Chuvieco, E. (1992): *Iberoamérica desde el espacio*, Madrid, Universidad de Alcalá-Lunwerg-V Centenario-IGN.

Sancho, J. y Chuvieco, E. (1986): *Castellón desde el espacio. Imágenes y paisajes de una tierra mediterránea*, Castellón, Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Castellón.

Sancho, J. y Martín Lou, M.A. (1992): *Imagen y paisaje en Atlas Nacional de España*, Madrid, MOPT-IGN, cuaderno 3c, 36 .

Sheffield, C. (1981): *Earth Watch. A Survey of the World from Space*, London, Sidgwick & Jackson.

Sheffield, C. (1983): *Man on Earth*, London, Sidgwick & Jackson.

Solé, L. y Serra, P. (1991): «Morfología urbana del área metropolitana de Barcelona en dos imágenes Thematic Mapper», *Estudios Territoriales*, vol. 36, 215-242.

Sourbès, I. (1982): «L'usage des documents de satellite dans l'enseignement de la Géographie», *L'information géographique*, vol.46, 109-121.

Trolier, L.J. y Philipson, W.R. (1986): «Visual analysis of Landsat Thematic Mapper images for hidrologic, land use and cover», *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 52, 1531-1538.

van Sant, T. y van Warren, Ll. (1990): *Geosphere*, Santa Mónica.

Vauzelle, M. et al. (1984): «Espace et éducation. La télédétection spatiale: un outil pédagogique», *Espace Information*, nº 27, 1-31.

VV.AA. (1981): *Diercke Weltraumbild-Atlas*, Braunschweig, Westermann, 176 .

VV.AA. (1987): *Atlas total de la República Argentina*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, S.A.

VV.AA. (1988): *La nueva imagen del viejo mundo vista desde satélite*, Barcelona, Plaza y Janés, 256 .

VV.AA. (1991): *Zonas húmedas del litoral de la CE vistas desde el espacio*, Sevilla, Agencia del Medio Ambiente-Junta de Andalucía.

Williams, T.H.L. (1989): «Reflections on Remote Sensing» en Nellis, M.D., Lougeay, R. y Lulla, K. (eds), *Current Trends in Remote Sensing Education*, Hong Kong, Geocarto International, 43-46.