

Una revisión sobre las imágenes espaciales como recursos didácticos

J. Martínez Vega

Departamento de Geografía. Instituto de Economía y Geografía (CSIC) y Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá

E-mail: vega@ieg.csic.es

RESUMEN

Este artículo revisa el papel que juegan las imágenes espaciales en las aplicaciones docentes. Enlazando con trabajos previos, se ha efectuado una encuesta en las Universidades españolas y centros de enseñanza secundaria para aproximarnos al conocimiento de las barreras que limitan el empleo generalizado de estos recursos didácticos en las aulas. Finalmente, se repasan los repertorios de imágenes de bajo coste disponibles en España.

PALABRAS CLAVE: Imágenes. Enseñanza.

ABSTRACT

Spatial images and their educational applications are looked over in this article. In order to find out fue obstacles that limit the wide use of these didactic resource among the classrooms, and continuing with previous works, an inquiry has been performed in Spanish High School centres and Universities. Finally, it is reviewed a compendium of low cost images available in Spain.

KEY WORDS: Images. Education.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo enlaza indirectamente con algunas cuestiones introductorias planteadas en un artículo reciente (Martínez Vega, 1996) en el que se contempla la dimensión de las imágenes espaciales en la producción cartográfica.

Es sabido que, a pesar de la vertiginosa carrera de los programas espaciales y del generalizado empleo de sus datos en programas científicos y aplicaciones civiles variadas, su utilización en las aulas adolece aún de una serie de trabas que dificultan su expansión en el ámbito docente. Bien es cierto que se están extendiendo, desde los últimos años, cursos relacionados con la formación del profesorado de enseñanza secundaria, organizados por Institutos de Ciencias de la Educación, Centros de Enseñanza del Profesorado y otras instituciones, en los que suele considerarse la vertiente de las imágenes espaciales como medios didácticos.

No obstante, a pesar de la proliferación de estos medios de formación en los que las imágenes son, en mayor o menor medida, protagonistas, los alumnos -estudiantes y profesores de etapas educativas más básicas - se enfrentan con una serie de carencias que dificultan el óptimo aprovechamiento de los conocimientos que se les transmite.

En ocasiones, el desconocimiento de los catálogos de estos medios didácticos, de sus productores y/o distribuidores es causa de aquellas carencias. A menudo, fotografías espaciales e imágenes de satélite, tanto originales como productos derivados-mosaicos, ortoimágenes, etc., son comercializados por una colección de organismos dispersos de forma que se dificulta enormemente el acceso a

la información. Ello es agravado por el insuficiente alcance de algunos canales de comercialización-difusión contemplados o elegidos por los organismos protagonistas. Aquellos profesionales docentes menos familiarizados con este mundo son los menos favorecidos por la falta de centralización de la información.

Por todo ello, este artículo pretende evocar algunos repertorios de imágenes de bajo coste económico, especialmente españoles, con objeto de acercar la información a alumnos y enseñantes y de contribuir a superar algunas de las barreras, identificadas mediante encuesta-piloto, que frenan hoy el empleo de estos recursos en las aulas.

LIMITACIONES A LA EXPANSIÓN DE LAS IMÁGENES ESPACIALES EN EL AULA

Numerosos trabajos previos han incidido en el papel de las imágenes como extraordinarios instrumentos pedagógicos que complementan al mapa y a otros documentos tradicionalmente empleados en las aulas, transmitiendo al alumno una nueva visión del espacio geográfico estudiado (Chuvieco, 1985; Chuvieco y Sancho, 1986; Hilton et al., 1988; Nellis et al., 1989; Sourbes, 1982; Vauzelle et al., 1984).

No es nuestra intención volver a repasar ahora las posibles aplicaciones docentes. Tan sólo queremos remarcar las dificultades que constriñen el desarrollo de estos útiles en las clases. Para ello, nos hemos valido de una doble fuente: una encuesta (i) que se ha enviado, fundamentalmente, a los departamentos de Geografía de las universidades

españolas y a algunas escuelas de formación del profesorado y centros de educación secundaria de Madrid y su entorno inmediato. Por otra parte, nuestra experiencia directa (ii) en la participación de cursos organizados por los colegios profesionales, CEPs e ICEs en los que se contemplaba esta temática.

<p><i>Encuestador:</i> C.S.I.C.</p> <p><i>Universo:</i> Profesores de Geografía de Secundaria y docentes universitarios españoles especializados en la enseñanza de materias relacionadas con Teledetección, Cartografía, SIGs y aplicaciones temáticas.</p> <p><i>Muestra:</i> 56 encuestados (40 profesores universitarios, 2 profesores de escuelas de formación del profesorado y 14 docentes de Secundaria).</p> <p><i>Fecha:</i> Diciembre 1995-Abril 1996.</p> <p><i>Método:</i> Envío de cuestionarios por correo con la especificación del objetivo, las instrucciones pertinentes para proceder a su contestación y la formulación de seis preguntas compuestas.</p>
--

Tabla 1 Ficha técnica de la encuesta.

En la enseñanza secundaria, a pesar de la escasez de la muestra encuestada, parece indiscutible el desconocimiento de los repertorios de imágenes disponibles así como de sus múltiples aplicaciones posibles en la docencia de la Geografía en ese nivel.

Las imágenes más afamadas en este colectivo parecen ser las publicadas, en soporte de papel, por el Instituto Geográfico Nacional en falso color y su conocimiento se ha transmitido por vía oral directa -entre compañeros de trabajo y escasamente a través de los centros de formación del profesorado. No obstante, aquéllas se utilizan muy esporádicamente como recursos didácticos y no hay asiduidad de presupuestos dotados para su adquisición o reposición.

Aunque todos los centros de enseñanza secundaria en los que imparten docencia los encuestados disponen de aulas informáticas, con un promedio de 20 puestos/aula, no existen en sus bibliotecas atlas electrónicos ni programas de tratamiento digital de imágenes, a pesar de la existencia de paquetes de bajo coste (Chuvieco, 1992). Tan sólo un centro de los encuestados dispone del programa *Marine-UNESCO*.

Las causas más frecuentes, apuntadas por los entrevistados, radican en el desconocimiento del profesorado acerca de sus posibilidades, la carestía de los medios necesarios (hardware (a veces se requiere una configuración específica), imágenes, aerogramas, estereoscopios, software, etc), desequilibrada ratio profesor/alumnos/puestos informáticos y la considerable amplitud de los programas de las asignaturas en las que se incluyen las ciencias geográficas.

En el nivel universitario existe mayor conocimiento, tanto de las posibilidades de aplicación

docente de las imágenes en la enseñanza de la Geografía como de los catálogos existentes. Conviene tener en cuenta que el muestreo se ha efectuado en el estrato de los profesores especializados en materias afines (Cartografía, Teledetección y SIGs). No obstante, el 25% de los encuestados no conoce los repertorios de imágenes o los conoce deficientemente.

A pesar de que estos recursos didácticos se emplean esporádicamente o habitualmente en las aulas universitarias, en la mayor parte de los casos no existe un presupuesto regular ordinario. Éste oscila de un año a otro y de un centro a otro. A pesar de la variabilidad, en función de las respuestas detalladas podría establecerse una asignación promedio cercana a 200.000 ptas/año. En este capítulo merece la pena subrayar que las universidades de nueva creación disponen de mayores recursos económicos para la dotación de sus fototecas. El resto reparten sus exiguas provisiones entre las necesarias reposiciones de los ejemplares extraviados y las nuevas adquisiciones. Es significativo que buena parte de los fondos documentales que pasan a las fototecas departamentales son previamente comprados con cargo a proyectos de investigación. En otras ocasiones, son libremente obtenidos gracias a convenios de los investigadores con los productores o distribuidores e, incluso, se aprovechan imágenes de dominio público residentes en redes informáticas

(Internet, etc). Excepcionalmente, algunos departamentos disponen de equipamiento suficiente para recibir las imágenes directamente desde satélites meteorológicos (METEOSAT, NOAA). Más del 93% de los departamentos encuestados disfrutan de aulas informáticas entre sus dependencias. El número de puestos/aula es muy variado.

Oscila desde un promedio de 7, en las universidades pequeñas, hasta varias centenas en las de mayor alumnado. No obstante, desechando los extremos distorsionadores podría fijarse el promedio en 20 equipos por clase.

A pesar de la extensión de la informática en el ámbito universitario todavía hay departamentos (1/4 de la muestra) que no disponen de recursos lógicos de tratamiento digital de imágenes espaciales e, incluso, un 37% de ellos no posee ningún atlas electrónico como útil docente. Por el contrario, hay departamentos que disfrutan de varios programas de tratamiento de imágenes simultáneamente. El software más extendido es *IDRISI*, fundamentalmente para docencia en licenciatura, y *ERDAS*, para docencia de tercer ciclo e investigación. Otros muchos programas se reparten el resto de usuarios (*GEOJARS*, *ILWIS*, *ER-MAPPER*, *DRAGON*, *MARINEUNESCO*, etc).

Aunque se ha registrado un notable incremento de las asignaturas relacionadas con el empleo de las imágenes espaciales como consecuencia de la implantación de nuevos planes de estudio en Geo-

grafía y de nuevas ingenierías y licenciaturas multidisciplinares en Ciencias Ambientales, parece que todavía existe cierta reticencia a emplear estas fuentes de información. ¿Cuáles son las causas de este hecho?

La mayor parte de las respuestas -a los entrevistados se les invitaba a emitir una lista ordenada de 3 causas coincide en la incidencia negativa de los siguientes factores, de mayor a menor nivel de impacto: (i) política comercial (55% de las respuestas), (ii) falta de especialización del profesorado (15%), (iii) deficiente formación del alumnado/diseño de planes de estudio (11%) y (iv) limitante relación profesor/alumnos/puestos informáticos (11 %). Otras causas secundarias (restante 8%), apuntan directamente a los deficientes canales de información/divulgación y carencia de personal de apoyo especializado (administradores de sistemas, operadores informáticos, etc).

En el primer factor se han englobado todas aquellas respuestas cuyo denominador común es la política comercial. El elevado precio de los equipos informáticos, de su mantenimiento y de la dependencia creada en la frecuente actualización de los recursos lógicos son algunas cuestiones que preocupan prioritariamente a los responsables docentes de estas asignaturas. Bien es cierto que se reconoce explícitamente la falta de medios dispuestos por la universidad española. Por eso, hablamos de política comercial. Quizás, productores y distribuidores españoles deberían hacer mayores esfuerzos mercantiles para facilitar la difusión de estas tecnologías en el mundo de la enseñanza, al igual que en otros países es práctica habitual. Tenemos constancia de que algunos organismos y empresas ya ejecutan esta política. No obstante, sería conveniente mayor énfasis en la divulgación de estos planes especiales que tienen en cuenta las dificultades económicas de los usuarios académicos.

Por otra parte, la encuesta revela la inquietud por el alto precio de las imágenes espaciales. Consultando los catálogos oficiales de las agencias distribuidoras de datos se observa un elevado precio absoluto, aunque es conocido que el precio relativo (ptas/Km²) es competitivo si lo comparamos con otras fuentes convencionales (aerofotogramas). Afortunadamente, se va diversificando/flexibilizando la oferta de productos de cara a satisfacer necesidades específicas (grandes proyectos, investigaciones-piloto, docencia, etc). No obstante, y aquí se entronca con el segundo grupo de causas apuntadas, los profesores todavía desconocen total (23% de los encuestados) o parcialmente (11 %) la mayor parte de los repertorios de imágenes disponibles. En algunas ocasiones, se ignoran las direcciones de contacto de los organismos y empresas que ofrecen productos de dominio público, de bajo coste o con los cuales puede suscribirse algún convenio para disponer de

ventajas en la adquisición de productos (software, imágenes, etc).

En el tercer grupo de causas, hay unanimidad en la dificultad de implantar estos recursos en las aulas por la falta de formación del alumnado. A juicio de los enseñantes, este inconveniente está íntimamente relacionado con un incorrecto diseño de los planes de estudio (orden y escasez de tiempo). Parece prioritaria la definición de una secuencia lógica de asignaturas, desde las más básicas a las más especializadas, e incluso la necesidad de exigir unos prerrequisitos para cursar determinadas materias.

En otro apartado, se señala la desfavorable relación profesor/alumnos/puestos informáticos. El elevado número de estudiantes/grupo en algunos programas repercute negativamente en la viabilidad de emplear estos recursos docentes. En estos casos, el profesor necesitaría mayor número de horas de docencia al tener que desdoblar los grupos de prácticas.

Por último, se mencionan el desconocimiento de las posibilidades didácticas de las imágenes de satélite en asignaturas específicas y la complejidad del manejo de los programas informáticos.

Aún tratándose de una experiencia-piloto, los encuestados son unánimes en señalar las principales causas limitantes de la expansión de las imágenes de satélite en las aulas de enseñanza secundaria y universitaria. Además, existe un elevado paralelismo en las respuestas con encuestas anteriores (Lauer et al., 1991; Martín et al., 1992; Denore, 1995). En resumen, entre las principales barreras, comúnmente señaladas por los interrogados, figuran el alto coste de imágenes y equipos y la falta de coordinación/difusión de los distribuidores nacionales. La necesidad de coordinación entre los gestores de bancos de datos espaciales viene siendo reclamada desde hace una década (Vauzelle et al., 1984).

UN CATÁLOGO DE IMÁGENES ESPAÑOLAS DE BAJO COSTE

Como decíamos anteriormente, numerosos trabajos previos han abordado las amplias posibilidades didácticas de las imágenes espaciales en los ámbitos educativos. Complementando aquéllos y, sin ánimo de ser exhaustivos, pretendemos apuntar una lista de imágenes de bajo coste y fácilmente accesibles, con el único objetivo de difundirla en el mundo de la enseñanza, contribuyendo, en lo posible, a la superación de los impedimentos antes apuntados.

Imágenes en soporte de papel

El *Eros Data Center*¹ de Estados Unidos dispone de una vasta fototeca mundial. Entre sus fondos se

¹ EROS DATA CENTER. Customer Service. US Geological Survey. Sioux Falls. SD 57198. USA.

cuenta con más de 120.000 fotogramas de variadas características (verticales y oblicuos, pancromáticos, en color natural, en falso color, a diversas escalas). Han sido tomados desde diversas plataformas espaciales de la NASA (35.000 fotogramas desde vuelos tripulados hasta 1981, 40.000 desde Skylab (Helfert y Wood, 1989) y 45.000 desde el transbordador espacial Space Shuttle (Amsbury, 1989)) para registrar diferentes entidades geográficas, geológicas y meteorológicas de los países del planeta, entre ellos España. Fotogramas pancromáticos, verticales, registrados por la cámara de gran formato LFC (23 X 46 cm) o por la cámara métrica RMK o vistas oblicuas en color natural son algunos ejemplos disponibles que permiten contrastar los diversos aspectos que tiene la Región Central española, la llanura manchega o detalles de la ciudad de Madrid, vistos desde el transbordador espacial estadounidense.

Algunas de las múltiples ventajas ofrecidas por este servicio son su facilidad de consulta² y el escaso coste de sus productos³.

En España, las imágenes METEOSAT son recibidas, tratadas e interpretadas por el *Instituto Nacional de Meteorología*⁴ con objetivos múltiples, entre ellos la predicción del tiempo. Este organismo dispone de un vasto archivo de imágenes tanto en soporte de papel como digital. De este depósito, el personal del INM ha seleccionado *11 modelos que representan otras tantas situaciones de tiempo típicas* de nuestro país, a lo largo de las distintas estaciones. Los modelos del catálogo ilustran contrastadas situaciones que van desde el anticiclón peninsular hasta la depresión atlántica pasando por los sistemas convectivos o las nieblas. Se trata de imágenes METEOSAT del canal visible, registradas en tomo al mediodía. Cubren la península y su entorno regional-continental. Han sido impresas en papel fotográfico, en blanco y negro⁵.

Otros autores (Sourbes, 1982; Chicharro y Martínez Vega, 1992) han subrayado el alto valor pedagógico de estos documentos para apoyar las clases de Geografía General, Física y, especialmente, asignaturas relacionadas con la Climatología.

Por otra parte, el *Centro Nacional de Información Geográfica*⁶ distribuye las *series nacionales de ortoimágenes espaciales* a escalas 1/100.000 y

1/250.000, producidas por el *Instituto Geográfico Nacional* (IGN) a bajo precio⁷.

Bajo la *serie 1/100.000* se editan cerca de 188 ortoimágenes LANDSAT TM de 1987, en falso color (5/4/3=R/G/B), impresas mediante cuatricromía en soporte de papel. Se eligió esta combinación para facilitar la lectura de los colores, de forma que, espontáneamente, se asocie el verde a los espacios vegetales.

Son de suma utilidad las claves gráficas que acompañan a cada imagen como información complementaria. Las correspondencias que establece automáticamente el lector entre el significado temático de cada clave y las características iconográficas con la que aparece cada clase en la imagen facilitan a los noveles la interpretación y la creación de un cuerpo inicial de observaciones. No obstante, sería altamente recomendable que, dada la elevada difusión que han alcanzado estas imágenes entre el colectivo de usuarios, las claves fueran mixtas, es decir que el texto fuese más extenso, llamando la atención del observador sobre determinados aspectos que caracterizan cada objeto o clase (textura, patrón, forma, etc).

Cada ortoimagen cubre un polígono de 45' de longitud por 30' de latitud (Ardizzone et al., 1993). Las distorsiones geométricas de la imagen original son corregidas mediante funciones polinómicas y ajuste por mínimos cuadrados, aplicando el método de convolución cúbica para la interpolación de los nuevos valores en su nueva posición.

Realces y ajustes de los histogramas de las distintas escenas que componen una hoja y un filtrado laplaciano que realza los bordes y garantiza la continuidad de las entidades lineales permiten optimizar la calidad visual de la imagen final. Esta operación tiene elevada relevancia si tenemos en cuenta que se trata de un producto analógico y que se somete, naturalmente, a técnicas de interpretación visual.

La referenciación geográfica es completa y sencilla para el lector, al disponer de las coordenadas geográficas de las esquinas de la imagen, de la malla UTM sobreimpresa y croquis de situación a nivel nacional y regional.

El *IGN* está trabajando hoy en la actualización de esta serie. Para ello, se están adquiriendo los productos originales LANDSAT TM que cubren el territorio nacional durante los años 1995/97. Un tratamiento metodológico como el anteriormente descrito permitirá obtener un nuevo producto final actualizado.

La segunda *serie nacional 1/250.000* consta de 57 ortoimágenes. Las características técnicas de las mismas son similares a las anteriores. El nuevo proceso cartográfico se fundamenta en técnicas de ensamblado, mediante mosaicos homogéneos por

² Hay un eficaz servicio de consulta mediante el cual al usuario le envían un listado de imágenes disponibles sobre la zona de interés con todas las características técnicas de las mismas (fecha, geometría, escala, tipo de película empleada, etc). Diversas vías de telecomunicación están abiertas para hacer el pedido definitivo si el peticionario se interesa en firme por alguna fotografía del listado.

³ El coste final repercutido al usuario se refiere tan sólo a los gastos del revelado y envío ya que se trata de productos de dominio público.

⁴ Para más información puede contactarse con el Servicio de Teledetección o con la sección de Información Meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología. Camino de las Moreras, sin. Ciudad Universitaria. 28071 Madrid.

⁵ El precio final es de 1.000 ptas/imagen.

⁶ El CNIG está domiciliado en Genera Ibáñez de Ibero, 3. 28.003-Madrid

⁷ El coste de cada ortoimagen es de 500 ptas en ambas series. Por ello, en ningún caso, el coste relativo alcanza una peseta/Km².

ajuste de mínimos cuadrados, de grupos de 4 imágenes de la serie anterior (Villa, en prensa).

A mayor escala, edita *ortoimágenes SPOT-HRV (1/50.000)*, con objeto de que el usuario disponga de documentos alternativos o complementarios de los mapas topográficos. El IGN, en la actualidad, ha producido un total de 145 ortoimágenes SPOT-HRV pancromáticas y 10 multiespectrales. No obstante, no todas ellas se encuentran publicadas en colecciones de gran tirada. En estos casos, su reproducción puede ser obtenida por medios fotográficos.

En resumen, a pesar de tratarse de series nacionales inacabadas en algunos casos, los fondos documentales producidos por esta agencia nacional son útiles docentes de gran interés. Desde los estudios globales, en los que se contempla la fragilidad de la Península en su entorno mediterráneo, hasta los estudios urbanos de semidetalle, pasando por los multitemáticos de escalas medias, se dispone de un amplio abanico de recursos didácticos con los que el profesor puede ilustrar multitud de procesos y hechos de nuestra geografía.

Otras agencias cartográficas españolas son veteranas en la producción de series regionales de ortoimágenes de bajo coste y de una calidad muy aceptable, especialmente para aplicaciones didácticas. Entre ellas, destaca el *Institut Cartografic de Catalunya (ICC)*⁸. Su producción es variada.

A escalas medias-pequeñas (1/200.000-1/500.000), el ICC ha elaborado múltiples *mosaicos regionales*, tanto de Cataluña como de otras comunidades españolas. El primer producto fue un mosaico en falso color de seis imágenes LANDSAT-MSS de Cataluña, a escala 1/450.000, idóneo como apoyo para explicación de hechos a nivel regional. A éste han seguido otras ediciones (2ª y 3ª), a escala 1/500.000. Ambas se han basado en imágenes LANDSAT TM en falso color, combinadas en orden distinto (5/4/3=R/G/B y 4/5/3=R/G/B, respectivamente). A escala 1/250.000, también se ha publicado un mosaico formado a partir de imágenes LANDSAT TM en el que se sobreponen las comarcas catalanas.

Recientemente se ha publicado el *Mapa de radar de Catalunya* a esta misma escala, comparable a una extensa serie de cartografía temática. En esta ocasión se han utilizado imágenes captadas por un sensor activo a bordo del satélite europeo ERS. Catorce imágenes de radar de los años 1992 y 93 han sido corregidas geométricamente, con apoyo de ortoimágenes de escalas grandes y de un modelo numérico de elevaciones, para formar el mosaico final. Con objeto de mejorar la calidad visual de la imagen global se ha enmascarado la información relativa al mar y se ha aplicado una expansión del histograma. La red de coordenadas UTM aparece sobreimpresa en la imagen con un paso de malla

de 25 Km de lado. Debido a la dificultad de lectura de una imagen SAR, el cartógrafo ha incluido en el margen una breve explicación como ayuda a la interpretación de la misma. No obstante, es un útil didáctico excelente. La desigual exposición de las laderas al haz enviado desde el satélite transmite plásticamente la configuración orográfica de Cataluña.

Otras regiones españolas encargaron al ICC la ejecución de sus respectivos mosaicos. País Vasco⁹ y Murcia¹⁰ son representados en sendos productos a escala 1/200.000. Imágenes LANDSAT-TM de verano (5/4/3=R/G/B) fueron las fuentes básicas.

Castilla-León, dadas sus dimensiones, es representada mediante un mosaico de escala 1/375.000¹¹, basado en imágenes LANDSAT-TM. A pesar de la ausencia de información, parece que se trata de imágenes de verano combinadas en falso color (5/4/3=R/G/B). A escala mayor, también el ICC elaboró un conjunto regional de 8 hojas, formado por 8 imágenes Landsat-TM en falso color que cubren el solar castellano-leonés.

Además de estos documentos regionales, elabora la *colección 1/100.000* de imágenes de satélite. El *Mapa de Catalunya d'imatge satel·lítica 1/100.000* está compuesto por 27 ortoimágenes LANDSAT-TM en falso color (4/5/1=R/G/B) que siguen el esquema de hojas topográficas de la serie C del Servicio Geográfico del Ejército y 5 especiales que abarcan partes de hojas estándar. Estas excelentes imágenes, corregidas, filtradas, realzadas, aportan información auxiliar sobreimpresa con objeto de ayudar en el proceso de lectura cartográfica (Arbiol et al., 1986). Además de su buena calidad visual, es reseñable el esfuerzo del editor al componer las claves que acompañan a cada imagen. En este caso, se trata no sólo de referencias gráficas sino que se añade un texto extenso que orienta, de forma selectiva, al lector para que repare sobre los rasgos peculiares que definen cada entidad en la imagen.

Otros documentos de satélite, *Landsat-TM en falso color a escala 1/100.000*, se han efectuado para los Gobiernos Balear¹² y del País Vasco. En el primer caso, 3 hojas cubren la región insular mientras que en el segundo se trata de una colección de 4 hojas.

A escala de semidetalle, el ICC edita la *colección 1/50.000*. En Cataluña existen dos series de ortoimágenes SPOT-HRV que siguen el esquema

⁹ La propiedad de este producto y los nombrados a continuación es del Departamento de Ordenación Territorial, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Samaniego, 2. 01008. Vitoria-Gasteiz

¹⁰ El encargo de este trabajo lo realizó el Servicio de Cartografía de la Consejería de Política Territorial y Obras Públicas de la Región de Murcia. Avda. Teniente Flomesta, s/n. 30.001. Murcia.

¹¹ La realización de esta obra cartográfica es responsabilidad del Servicio de Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León. García Morato, 36.1°. 47.006. Valladolid.

¹² Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori del Govern Balear. Avda. Gabriel Alomar i Villalonga, 33. 07006. Palma de Mallorca.

⁸ Institut Cartografic de Catalunya. Parc de Montjuc, s/n. 08038-Barcelona.

de distribución de las hojas del Mapa Topográfico Nacional de similar escala. La primera se compone de 85 hojas representadas en blanco y negro. La segunda se estructura en otras tantas imágenes en falso color, aunque de momento, tan sólo está editada la hoja de Barcelona y su entorno. Al igual que otras colecciones, las imágenes referidas están acompañadas de amplios datos auxiliares que ayudan al lector a entender las mismas.

Una última serie fue elaborada para el Gobierno Vasco, compuesta por 13 hojas de escala 1/50.000 que cubren la comunidad autónoma. Para la formación de cada hoja en falso color se fusionaron imágenes LANDSAT-TM y SPOT-HRV en modo pancromático.

Los costes de los diversos productos nombrados oscilan entre las 500 y 1500 ptas/unidad lo que significa, en todos los casos, un importe relativo inferior a 1 pta/Km².

Una de las últimas realizaciones del ICC, y que abre nuevas perspectivas a esta agencia cartográfica, es una *gran serie de 717 orto imágenes* que cubren 1 millón de Km² de Argentina a escalas comprendidas entre 1/50.000 y 1/250.000. Conocidos son los problemas de la falta de cartografía de semidetalle en buena parte del mundo, especialmente en países de grandes dimensiones y de colonización relativamente reciente. Es el caso de Argentina, país que carece de la cobertura completa de mapas topográficos de escala 1/50.000 y que adolece de falta de actualización de las series básicas de escalas menores. Ante esta situación, el proyecto pretende disponer de imágenes satelitales como documento sustitutorio de los mapas.

En la elaboración de ortoimágenes de escalas 1/250.000 y 1/100.000 se emplean productos LANDSAT-TM en falso color (5-7/4-3/2-1=R/G/B), corregidos con puntos de control, tomados en terreno con instrumentos GPS y apoyados por modelos numéricos de elevaciones en las áreas montañosas. El sistema de proyección empleado es el usual en Argentina: Gauss-Krüger.

En la producción de ortoimágenes 1/50.000 se utilizan tomas SPOT-HRV en modo pancromático que se mezclan, mediante técnicas HSI, con las bandas TM. Sin lugar a dudas, se trata de un ambicioso proyecto que satisfará las necesidades de múltiples instituciones y usuarios argentinos.

Otra de las agencias regionales de mayor prestigio en este campo es la *Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía*¹³. Su actividad primordial -desarrollar estudios ambientales prescriptivos que orienten la ordenación del territorio andaluz- se ha apoyado en técnicas de Teledetección y SIG. Las imágenes de satélite han sido fuentes protagonistas en un doble frente: en la elaboración de cartografía ambiental y en el proce-

so de producción de nuevos documentos, capaces de transmitir al curioso lector una nueva imagen del territorio regional.

En 1985, la entonces *Agencia de Medio Ambiente* distribuyó un *mosaico de Andalucía a escala 1/400.000* basado en imágenes LANDSAT-MSS en falso color. Para mejorar el proceso de lectura se facilitaban unas claves gráficas de identificación con las equivalencias entre los colores y los principales tipos de cubiertas. En el dorso del mosaico se facilitaba un mapa de Andalucía con el esquema de distribución de las hojas 1/50.000 del MTN sobreimpreso. La elección de las fechas de las imágenes -Febrero de 1984 no fue quizás la más idónea para conseguir la máxima iluminación del territorio o para ilustrar el contraste de los cultivos intensivos de la campiña y de la fértil llanura del Guadalquivir frente a los terrenos montañosos que circundan el valle.

A éste siguieron nuevos productos a escalas cada vez mayores. Se puede hablar de una *serie de 8 mosaicos provinciales a escala 1/200.000*. Las imágenes empleadas fueron LANDSAT-MSS en falso color (4/2/1=R/G/B), anotadas con la toponimia básica, claves y marcas marginales de las coordenadas geográficas para guiar la referencia. El conjunto provincial de Sevilla lleva un original reverso, impreso con el reconocimiento biofísico de dicho territorio. Las unidades biofísicas han sido fotointerpretadas sobre la imagen del anverso, considerándose teselas sintéticas de ocupaciones del suelo y unidades fisiográficas.

La serie de *Espacios Naturales* se inició, en 1990, con la impresión de una ortoimagen LANDSAT-TM, de verano, en falso color (5/4/3=R/G/B), a escala 1/100.000, que cubría el Parque Natural del entorno de Doñana. Cuidadosa elección de la fecha de la imagen, mayor información auxiliar y una cuidada rotulación son algunas de las mejoras que, sin duda, han repercutido en la superior facilidad de lectura de las imágenes.

Posteriormente, fueron sumándose otras a la colección sobre otros espacios de la red que gestiona la Junta de Andalucía. Marismas del Odiel, Bahía de Cádiz y los Alcornocales son algunos de los parajes y parques representados a través de ortoimágenes SPOT-HRV en falso color, en proyección UTM y escala 1/50.000. La integración del canal pancromático con los multispectrales garantiza la calidad visual del producto. Es indudable la utilidad de estos documentos en la enseñanza de materias relacionadas con Biogeografía, Ecología o Ciencia del Paisaje.

Una última colección completa la oferta de esta agencia. Se trata de la serie de *Áreas Urbanas*¹⁴.

¹³ La Dirección General de Planificación y Participación de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía edita los productos que se mencionarán. Avda. de Eritaña, 1.41.071. Sevilla.

¹⁴ En la edición de esta colección, la Consejería de Medio Ambiente ha colaborado con la Consejería de Obras Públicas y Transportes. Los tres productos descritos están disponibles a 962 ptas/unidad en el Catálogo del Instituto de Cartografía de Andalucía. Avda. de la Constitución, 25, 3ª planta. 41.004-Sevilla.

Muestran el aspecto de diversas ciudades andaluzas (Sevilla, Huelva y Málaga) y sus entornos inmediatos. Se trata de ortoimágenes en falso color, con proyección UTM, en las que se sintetiza el canal pancromático de SPOT-HRV con las bandas multiespectrales (XS) del mismo sensor en Sevilla y Huelva y de LANDSAT TM en el caso de Málaga. Las escalas elegidas (1/25.000-1/50.000) permiten observar los detalles del propio manzanero con lo que es obvia su aplicación directa como fuente en los estudios urbanísticos y como apoyo docente. En algunos casos, la multitemporalidad de las imágenes ilustra claramente la evolución del paisaje urbano como consecuencia de grandes intervenciones (Sevilla).

A comienzos de los años 90, el *Servicio Cartográfico Regional de la Comunidad de Madrid*¹⁵ inició la edición de la serie *ortoimagen 1/50.000 de la Comunidad*. Los documentos de base eran LANDSAT TM y SPOT-HRV. Con objeto de alcanzar una calidad visual acorde a ese nivel de detalle se integró el canal pancromático de SPOT con los multiespectrales de TM (4/5/3=R/G/B), previamente registrados y remuestreados. Las imágenes finales, en falso color, están adecuadas a la proyección UTM y se ajustan al esquema de distribución de las hojas del MTN de similar escala. Al igual que otras colecciones comentadas, los datos auxiliares -nombre de la hoja, claves gráficas, esquema cartográfico, croquis regional de situación, datos del productor, metodología proporcionan un valor añadido al producto final.

Madrid, Alcalá de Henares, Arganda y Getafe son algunas de las ortoimágenes disponibles en el catálogo del productor. Su coste es algo superior al de otros documentos anteriormente reseñados. La razón estriba en que su publicación no se ha concebido como una edición de gran número de ejemplares. La reproducción del original se efectúa, bajo pedido, en soportes de mayor calidad¹⁶.

En la actualidad, este servicio cartográfico ofrece una *nueva edición de la serie* comentada. Además de la actualización de las imágenes (1994), algunas variaciones dignas de ser reseñadas se centran en la elección de imágenes SPOT-HRV en pseudocolor natural, de forma que la vegetación se visualiza en gamas cromáticas de verde para facilitar una lectura universal del producto, y en el nuevo esquema de distribución de las ortoimágenes. Para la nueva edición se ha diseñado una nueva partición para optimizar el número de hojas en función de la forma triangular de la región (17 imágenes cubren ahora la Comunidad frente a las

29 anteriores). Se mantiene la escala 1/50.000 aunque, en algunos casos, se desea alcanzar productos finales de escala 1/25.000, especialmente en las áreas metropolitanas de mayor interés urbanístico. El procedimiento para su comercialización es similar al de la serie anterior.

Con el conjunto de ortoimágenes se ha compuesto un gran mosaico de toda la región (75,5 x 88,5 cm) a escala 1/200.000, también en pseudocolor natural (*Ortoimagen de satélite de Madrid*). Esta vez, sí se ha realizado una tirada de 2.000 ejemplares sobre un soporte plástico, ideal para aplicaciones docentes, a un precio de 500 ptas. El territorio de la Comunidad de Madrid queda realizado por el color respecto a su entorno regional, visible en blanco y negro gracias al canal pancromático de SPOT. Este documento es un valioso apoyo didáctico de las clases de Geografía Regional, desde los niveles primarios hasta los universitarios. Adolece, quizás, de mayor información auxiliar que permita conocer detalles técnicos de su formación al lector del documento.

El *Servicio Cartográfico Regional* ha adquirido recientemente nuevas escenas SPOT de Madrid y su periferia nororiental, meridional y suroccidental (Junio de 1997) con objeto de actualizar las vistas verticales del territorio autonómico.

Dada la variedad de imágenes publicadas por distintos organismos sobre Madrid y su entorno regional (pancromático, falsos colores distintos, escalas distintas) se sugiere un test de lectura entre los alumnos para ilustrar, de forma práctica, la influencia de las resoluciones espacial y espectral en las tareas propias de fotointerpretación.

Una última serie de ortoimágenes de elevada resolución espacial es la editada por la *Dirección General de Montes de la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha*¹⁷. En 1990, dicho organismo encargó a la empresa IBERSAT, S.A.¹⁸ la elaboración de la *cartografía de cubiertas forestales en la comarca Montes Norte (Ciudad Real) mediante Teledetección*. Para obtener dicho producto, en el que se diferencian las principales formaciones forestales arbustivas y arbóreas de la comarca, un equipo de fotointérpretes se basó en el análisis de cerca de una decena de ortoimágenes, de escala 1/50.000, que cubren dicho espacio siguiendo el esquema de las hojas del MTN.

Las imágenes LANDSAT TM se presentan en falso color (4/5/3=R/G/B). Sobreimpresa se muestra la malla UTM de 25 Km² junto a otros datos auxiliares distribuidos convenientemente en los márgenes. Para alcanzar una adecuada aptitud visual, el pixel ha sido remuestreado a 25 m. Esta serie no ha sido reproducida en grandes tiradas sino que se trata de documentos internos. En caso de obtener un permiso de reproducción en papel

¹⁵ Servicio Cartográfico Regional de la Comunidad de Madrid. Maudes, 17.28003. Madrid

¹⁶ Se ofrecen dos opciones. La reproducción en papel fotográfico alcanza un coste cercano a 7.000 ptas/imagen mientras que en Cibachrome se duplica su precio unitario. En aplicaciones didácticas, dado el elevado número de alumnos que manejan los documentos, es más resistente y, por tanto, conveniente este último soporte. En cualquier caso, el coste relativo no es muy elevado (14 y 28 ptas/Km² respectivamente).

¹⁷ Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Pintor Matías Moreno, 4. 45002 Toledo.

¹⁸ IBERSAT, S.A. Araquill. 28023-Madrid.

fotográfico o soporte Cibachrome, su coste unitario sería similar al de la serie de la Comunidad de Madrid.

En cualquier catálogo de este estilo no debe faltar la mención a los *atlas*, en cuanto que son colecciones de mapas e imágenes. En otras ocasiones (Chuvieco, 1985; Chicharro y Martínez Vega, 1992) han sido referenciadas obras que han marcado un hito en esta temática. Sin embargo, en ellas se recopilaban vistas de múltiples lugares del mundo entre las que se hallaban escasamente representados nuestros paisajes.

Por ello, centramos ahora nuestra atención en cuatro libros del último decenio, editados en nuestro país. El primero fue el volumen titulado *Castellón desde el espacio*¹⁹ que abre sus páginas con la impresión de vistas METEOSAT y NOAAVHRR para situar la provincia en su contexto geográfico. A ellas siguen colecciones de imágenes LANDSAT-MSS y TM, acompañadas de aerogramas y otros recursos visuales, que ilustran las ciudades y la industria, el turismo y los paisajes rurales. Algunas rarezas pueden ser encontradas entre sus páginas como la doble imagen HCMM que cubre parte del litoral levantino en distintas longitudes de onda.

A comienzos del actual decenio, la obra titulada *Imagen y Paisaje*²⁰ pasaba a engrosar el *Atlas Nacional de España*, editado por el JGN. A lo largo de sus 36 páginas, los autores repasan los principales paisajes españoles. En cada doble lámina, una porción de imagen LANDSAT TM en falso color ocupa un lugar protagonista y es acompañada por fotografías aéreas, oblicuas, mapas temáticos y comentarios que llaman la atención del lector.

Unos años después, sale a la luz el atlas titulado *Iberoamérica desde el espacio*²¹. Un amplio repertorio de imágenes espaciales jalonan las páginas del volumen. Observaciones desde GOES, METEOSAT, NOAA, LANDSAT o SPOT, hasta un total de 117, ilustran el atlas.

Se puede decir que la imagen, en este caso, es la coprotagonista de la obra junto al paisaje, argumento central del libro. Pirineos, Marismas del Guadalquivir y Tenerife, vistos por el sensor TM, estampan los escenarios naturales españoles. La imagen SPOT-HRV en falso color de Barcelona muestra la rica morfología urbana de una vieja metrópoli europea. Por último, dos ejemplos contrastados han sido elegidos para enseñar los paisajes agrarios del interior peninsular y del litoral

levantino, captados desde la plataforma LANDSAT.

Casi a la vez, un nuevo atlas, *Andalucía, una visión inédita desde el espacio*²², emplea la Teledetección como técnica para ayudar a conocer mejor el territorio regional y para administrarlo más correctamente. Imágenes multiestacionales LANDSAT MSS ilustran la dinámica de los paisajes andaluces seleccionados. Vistas LANDSAT-TM y SPOT-HRV en falso color presentan los veintidós parques naturales de la región junto a otros recursos visuales. Por último, los autores expresan las posibilidades de la técnica en trabajos temáticos de investigación. Agua, tierra y vida constituyen los tres grandes apartados del capítulo final.

Cabe señalar que a estas imágenes dominantes se unen otras menos frecuentes que exhiben vistas inéditas de Andalucía. El Estrecho de Gibraltar desde SKYLAB, Sierra Nevada desde SPACE SHUTTLE o Cazorla desde la estación rusa MIR son algunas fotografías espaciales insertas en este catálogo iconográfico.

En resumen, nuevos modelos de paisajes españoles recopilados en obras singulares que aportan otros recursos didácticos complementarios de gran utilidad.

Imágenes en soporte digital

Hasta ahora, los repertorios mencionados se refieren a documentos analógicos que sustentan múltiples iniciativas pedagógicas y asignaturas vinculadas a fotointerpretación.

No obstante, de la encuesta reseñada se desprende una creciente demanda de productos digitales que sirvan de base práctica a materias de tratamiento digital. En este sentido, a pesar de que los profesores usuarios de este tipo de útiles son unánimes al señalar su elevado precio, hay que decir que la oferta de las agencias espaciales es cada vez más flexible. Aunque el coste relativo de las subescenas es proporcionalmente más elevado que el de una escena completa, el importe final es menor si tenemos en cuenta un uso pedagógico y, especialmente, la ausencia de requerimientos de periféricos específicos de lectura.

Últimamente hay empresas, vinculadas al mundo de la Teledetección, que brindan imágenes digitales de satélite de coste contenido al no repercutir el coste total del producto original al usuario final. Su fundamento radica en que las imágenes fueron adquiridas inicialmente para la ejecución de trabajos específicos y se han aprovechado, secundariamente, para la confección de este tipo de productos. No obstante, esta iniciativa, que pudiera tener aceptación desde el punto de vista didáctico, se

¹⁹ 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. 93 p.

²⁰ SANCHO, J. Y MARTÍN LOU, M.A. 1991. *Imagen y Paisaje. Cuadernillo 3c del Atlas Nacional de España*. Madrid. JGN. 36p.

²¹ SANCHO, J. y CHUVIECO, E. 1992. *Iberoamérica desde el espacio. Un solo mundo*. Madrid. Sociedad Estatal V Centenario-LunwercNIG. 303p. Un extenso resumen puede, s leerse en el n° 2 de la *Revista de Teledetección*. pp. 51-53.

²² MOREIRA, J.M. y OJEDA, J. 1992. *Andalucía, una visión inédita desde el espacio*. Sevilla. Consejería de Cultura y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 216p. Una reseña del mismo puede leerse en el n° 2 de la *Revista de Teledetección*. pp.54-55.

enfrenta s al escollo de los derechos de reproducción.

En España, *GEOSYS*²³ dispone de un amplio *archivo de imágenes LANDSAT-TM en soporte digital*, corregidas geoméricamente mediante convolución cúbica, filtradas, realizadas y cortadas según el esquema de distribución del MTN-50. A un precio aproximado de 10.000 ptas/hoja²⁴, la consultora ofrece al cliente, en disco magnético y multitud de formatos, las bandas correspondientes al infrarrojo cercano, medio y rojo, aquéllas que menor correlación poseen entre sí. El catálogo actual de la empresa cubre buena parte de Madrid, Baleares, Tenerife y de las cuencas del Ebro, Guadiana y Segura.

Asimismo, existen *mosaicos de imágenes LANDSAT-TM adaptados a los conjuntos provinciales* (Rioja, Huesca, Teruel, Tenerife, Baleares), distribuidos en CD-Rom a un precio cercano a 450.000 ptas/unidad. Estos precios podrían reducirse drásticamente si se llegara a acuerdos en el tema de la salvaguardia de la protección intelectual.

No cabe duda que habrá usuarios interesados en emplear este tipo de documentos con fines de introducción al estudio de la Teledetección o como n meros soportes de otra información gráfica.

Conviene decir que los productos analógicos elaborados por el *Instituto Geográfico Nacional* y reseñados anteriormente, también se encuentran disponibles en formato y soporte digital. En el servidor de este organismo (www.ign.es) el buscador de la red Internet puede observar un mosaico de imágenes LANDSAT-TM en falso color (5/4/3=R/G/B) que cubre toda España. Se aprecian nítidamente los contrastes fisiográficos regionales.

En otros casos, las propias agencias gubernamentales disponen de equipos de recepción de datos, emitidos desde plataformas meteorológicas, para sus fines propios. Es sabido que el *Instituto Nacional de Meteorología* recibe las imágenes METEOSAT. Éstas son almacenadas en el archivo al que anteriormente hacíamos mención.

Si un usuario lo desea puede adquirir cualquiera de ellas en soporte digital, eligiendo entre una extensa gama de formatos posibles. El precio es superior a las analógicas²⁵ aunque aún se trate de un coste asumible por la mayor parte de instituciones educativas. No obstante, se contemplan reducciones del 25% cuando los clientes son entidades sin ánimo de lucro e, incluso, la posibilidad de establecer convenios entre el INM y las universidades u otros organismos públicos de investigación, especialmente en el caso de adquisición de

mayor volumen de productos²⁶. El coste unitario de cada producto no se incrementa si el cliente conoce la fecha de referencia de la imagen que desea.

Actualmente, se trabaja en elaborar un catálogo de imágenes que contenga igualmente una selección de imágenes digitales, representativas de situaciones-tipo. Ya se difunden imágenes METEOSAT a través de Internet. Los usuarios podrán acceder a ellas en la dirección www.inm.es. Además de una atinada selección de imágenes en infrarrojo y visible, el usuario puede contemplar las imágenes METEOSAT de las últimas veinticuatro horas y construir una animación de la situación meteorológica reinante. Estos nuevos recursos pueden revolucionar las clases de Climatología e ilustrar nuevas aplicaciones en la enseñanza de la Teledetección.

No queremos dejar de mencionar el creciente *parque de instalaciones universitarias* que disponen de sus propios equipos de recepción de datos digitales de satélite. Los datos GPS son recibidos en buena parte de las Escuelas de Topografía. Más interés, si cabe, tiene la recepción de imágenes NOAA por la *Universidad de Valladolid*²⁷ o METEOSAT por la *Universitat de Barcelona*²⁸.

Productos multimedia

Para finalizar este repertorio, teniendo en cuenta la proliferación de aulas audiovisuales e informáticas y el desconocimiento de parte de los docentes, especialmente en etapas más básicas, queremos apuntar el interés didáctico de algunos *paquetes multimedia* recientes.

La obra titulada *Teledetección y Medio Ambiente*²⁹ fue editada el pasado año por la *Universidad Nacional de Educación a Distancia*. Usados de forma complementaria, cortometraje, de casi media hora, y guía didáctica de apoyo muestran el saber hacer de uno de los grupos españoles de trabajo más dinámicos en el campo de la didáctica de la Teledetección. Este tándem, además de contener diversas imágenes de satélite (NOAA, LANDSAT y SPOT), guía al educador para que transmita al estudiante, tanto los fundamentos de la percepción remota como las posibles aplicaciones en la esfera de los recursos naturales y del medio ambiente³⁰.

²⁶ En estos casos, conviene ponerse en contacto con el Área de Explotación Comercial del citado organismo.

²⁷ El Laboratorio de Teledetección del Dpto. de Física Aplicada I cuenta con un equipo de recepción de imágenes NOAA. Prado de la Magdalena s/n. 47071-Valladolid

²⁸ El Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional de la Facultat de Geografia e Història dispone de dos equipos propios de recepción de imágenes METEOSAT. Baldri Reixac s/n. 08028-Barcelona.

²⁹ CHUVIECO, E. 1995. *Teledetección y Medio Ambiente*. Madrid. Universidad Nacional de Educación a Distancia. vol (i) vídeo VHS (duración: 26 m), vol (ii) guía didáctica. 90p.

³⁰ Un resumen de la obra aludida se encuentra en el n° 5 de la *Revisión de Teledetección*, pp. 52-53.

²³ GEOSYS. Pío XII, 92, 2°. 28036-Madrid

²⁴ El coste relativo es de 20 ptas/Km²

²⁵ Puede adquirirse una imagen METEOSAT en soporte digital por 5.000 ptas/unidad. Las condiciones de comercialización de la información meteorológica están recogidas en el BOE de 20/1/95.

Por otra parte, el *paquete educativo GEO/SAT* incluye un programa de análisis de imágenes de satélite (*PEDAGeOG, Pictures of Earth-Display and Analysis for GEOgraphy*), un conjunto de imágenes LANDSAT TM (*EOSAT Scholar Series Data Ser*) y los manuales-guía de los profesores. Es el resultado del esfuerzo conjunto entre *EIDETIC, EOSAT y el NCGE (National Council for Geography Education)*. Por una suma de 265 dólares USA, cualquier docente puede adquirir la versión 3.0 de este paquete³¹ que necesita tan sólo requerimientos informáticos estándares. Están previstas licencias que permitan la instalación del producto en varios puestos de trabajo cuando se trate de colegios o departamentos universitarios.

EOSAT Scholar Series Data Ser es un catálogo que incluye las siete bandas de imágenes THEMATIC MAPPER (512 x 512) de diversos lugares del mundo. Los casos de estudio seleccionados cubren un ancho espectro de ejemplos del empleo de la Teledetección en aplicaciones ambientales y de gestión de los recursos naturales. Desde humedales de importancia internacional hasta los impactos provocados por accidentes nucleares (Chernobil, 1986) pasando por incendios forestales (Yellowstone, 1986), vertidos de petróleo (Guerra del Golfo, 1991) o vistas multitemporales de los efectos de inundaciones fluviales (Mississippi, 1988-1993) son algunos de los recursos didácticos al alcance del profesor.

PEDAGeOG es la herramienta que permite visualizar las imágenes, aplicar realces sobre las mismas y transformarlas. La clasificación se reduce a técnicas de *density slicing*. Los ejercicios prácticos propuestos pueden seguirse como parte de una secuencia en la que, inicialmente, el docente explica los fundamentos teóricos y el necesario glosario y sugiere lecturas básicas. Posteriormente, el alumno responde a las preguntas del formulario.

Por último, la guía del educador le orienta a éste sobre los objetivos, tiempo requerido, material básico y auxiliar necesarios para obtener el máximo rendimiento en las clases.

Aunque ninguna de las imágenes contenidas en este miniatlas escolar son del territorio español, creemos interesante su referencia porque, dada la estandarización y versatilidad de formatos que es capaz de leer el programa, no les será difícil a los profesores españoles insertar otras imágenes digitales de nuestros paisajes y componer un guión-formulario para sus alumnos.

Por último, cabe mencionar una experiencia didáctica similar en el mundo francófono, fruto del tradicional interés de grupos como el *GDTA (Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale)* y del *Ministere de l'Education Nationale*. Se trata del programa *TITUS (Utilisation des Images de Télédétection dans l'En-*

³¹ La empresa comercializadora es *Eidetic DigitalImaging Ltd.* 1210 Marin Park Drive, Brentwood Bay, British Columbia. Canadá V8M 1 G7.

seignement Secondaire) que persigue introducir el uso de nuevas tecnologías en la enseñanza secundaria francesa y, mediante cooperación internacional, en universidades extranjeras.

T/TUS es una aplicación informática desarrollada sobre *WINDOWS* en ordenadores personales³². El software se acompaña con un catálogo de cerca de 300 imágenes SPOT-HRV que cubren diversos territorios franceses (76%) y del resto del mundo (24%)³³. De Antártida a Inglaterra y de India a Estados Unidos, un amplio repertorio de imágenes de alta resolución ilustran los más variados aspectos, susceptibles de ser estudiados de forma pluridisciplinar. Las posibilidades docentes se amplían con la presencia de 4 imágenes NOAA-AVHRR que cubren cada cuadrante del solar francés y METEOSAT para relacionar Francia con su entorno europeo.

Lamentablemente no se dispone de ninguna vista española aunque, bajo pedido, el *GDTA* puede insertarla en su catálogo didáctico. Al igual que decíamos del producto anterior, si el programa es versátil y lee formatos estándar no será difícil incorporar imágenes propias que apoyen clases de Geografía Regional o Local.

Al igual que otros productos didácticos del *GDTA*, el paquete incorpora una guía pedagógica como elemento auxiliar de ayuda a los enseñantes³⁴.

En resumen, además de los productores primarios de información espacial, existen amplios y variados repertorios de imágenes a precios asequibles para fines educativos e, incluso, para abordar ciertas tareas de investigación, siempre que los productos posean una calidad suficiente de acuerdo a los objetivos previstos.

CONCLUSIONES

En la esfera de la enseñanza, las encuestas evidencian unanimidad en la identificación de los obstáculos que dificultan un empleo generalizado de las imágenes espaciales como documentos didácticos.

Queda patente el desconocimiento, por buena parte del personal docente, de los catálogos de imágenes editadas y/o distribuidas en España a pesar de la variedad de productos disponibles a un coste razonable. Debemos aclarar que estas imágenes espaciales no son sustitutivas de los productos originales ofertados por los distribuidores oficiales

³² Su comercialización, gestión e implementación del banco de imágenes es responsabilidad del *GDTA*. 18 avenue Edouard Belin. 31055 Toulouse Cedex. FRANCIA. Su coste para instituciones extranjeras en versión monopuesto es de 3.000 francos franceses (en torno a las 70.000 pta), siendo éste muy inferior para los Liceos y Colegios franceses.

³³ El coste de cada imagen SPOT de archivo oscila entre 5.000 pta (256 x 256 pixels) y 7.000 pta, para las de tamaño superior. El precio, bajo pedido, de imágenes de 100 Km² se eleva hasta 60.000 pta/unidad.

³⁴ La guía puede adquirirse en el *Centre Régional de Documentation Pédagogique* de POITIERS.

sino que, más bien, deben entenderse como soluciones alternativas en el mundo de la enseñanza.

Una dificultad que perdura es la falta de centralización operativa de los documentos ofertados o, al menos, de la información que necesitan los clientes para acceder a ellos.

En cuanto a la oferta en soporte de papel, parece evidente la necesidad de elaborar colecciones más amplias de ortoimágenes que cubran todo el territorio nacional a escalas de semidetalle. Dada la demanda existente, sería útil disponer de este tipo de documentos no sólo para la enseñanza sino para otro tipo de planteamientos relacionados con la ordenación de espacios naturales y comarcales. Convendría que la Administración, consciente del interés pluritemático de estos productos, centrara esfuerzos en esta dirección. De tal forma, desde el punto de vista pedagógico se tendrían cubiertas las necesidades multiescala de las distintas asignaturas, desde el nivel global al local.

En cuanto a los productos en soporte digital se abren nuevas perspectivas que, sin duda, contribuirán a eliminar las barreras comentadas en el mundo docente. Nos referimos al previsible incremento de la oferta mediante la difusión de imágenes a través de redes informáticas que permitan acceso libre a las mismas.

Finalmente, la amplia oferta española de imágenes espaciales, tanto originales como subproductos, con un coste contenido/reducido abate, a nuestro juicio, uno de los argumentos esgrimidos reiteradamente por los docentes como traba al empleo didáctico de las imágenes espaciales.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a todos aquellos profesores que han contestado generosamente la encuesta que les remitimos. Asimismo, mostramos gratitud a los funcionarios [M^a Milagros García Pertierra (INM), Pedro Vivas White (IGN), José Manuel Moreira (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía), Rafael Herro (Servicio Cartográfico Regional de la Comunidad de Madrid)] y a los directores de empresas [Felipe García (Ibersat) y Salomón Montesinos (Geosys)] que han aportado los detalles técnicos de las imágenes que se relacionan en el artículo. Pedimos disculpas si hubiese alguna errónea interpretación técnica o comercial.

BIBLIOGRAFÍA

AMSBURY, D.L. 1989. United States Manned Observations of Earth before the Space Shuttle. *Geocarto International*.4(1):7-14.

- ARBIOL, R., ROMEU, J. y VIÑAS, O. 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 GIT*. Barcelona. CSIC-ICC. 9-29.
- ARDIZONE, J., AROZARENA, A., DELGADO, J., HERRERO, M., VILLA, G. y VIVAS, P. 1993. Aplicaciones de la Teledetección a la cartografía topográfica en el Instituto Geográfico Nacional (IGN): Serie de . ortoimágenes a escalas 1/100.000 y 1/250.000. *Teledetección y Medio Ambiente*. Sevilla. Junta de Andalucía AET. 86-95.
- CHICHARRO, E. y MARTINEZ VEGA, J. 1992. El análisis visual de imágenes espaciales en la enseñanza de la Geografía. *Serie Geográfica*. 2:65-79.
- CHUVIECO, E. 1985. Cartografía y pedagogía en las imágenes espaciales. *Geographica*. 27:169-171.
- CHUVIECO, E. 1992. Software de bajo coste para la enseñanza del tratamiento digital de imágenes. *Serie Geográfica*. 2:127-139.
- CHUVIECO, E. y SANCHO, J. 1986. Tratamiento visual y digital de las imágenes espaciales: aplicaciones docentes. *Didáctica Geográfica*. 14:17-29.
- DENORE, B. 1995. Requerimientos de usuarios españoles para el Centro para la Observación de la Tierra. *Revista de Teledetección*. 5:51-52. .
- HELFERT, M.R. y WOOD, C.A. 1989. The NASA Space Shuttle Earth Observations Office. *Geocarto International*.4(1):15-23.
- HILTON, K. et al., (eds). 1988. *Space view UK. A Teacher's Guide to Landsat TM Images in the Classroom*. Nottingham. Remote Sensing Society.
- LAUER, D.T., ESTES, J.E., JENSEN, J.R. y GREENLEE, D.D. 1991. Institutional issues affecting the integration and use of remotely sensed data and Geographic Information Systems. *Photogrammetric Engineering Remote Sensing*. 57:647-654.
- MARTIN, M.P., VIEDMA, O. y DOMINGUEZ, L. 1992. La enseñanza de la Teledetección en España: inventario de cursos, medios y programas docentes. *Serie Geográfica*. 2:11-21.
- MARTINEZ VEGA, J. 1996. Una revisión sobre las imágenes espaciales como fuentes cartográficas. *Revista de Teledetección*. '6:37-50.
- NELLIS, M.D., LOUGEAY, R. y LULLA, K. (eds). 1989. *Current Trends in Remote Sensing Education*. Hong Kong. Geocarto International.
- SOURBES, I. 1982. L'usage des documents de satellite dans l'enseignement de la Géographie. *L'Information Géographique*.46:109-121.
- VAUZELLE, M. et al. 1984. Espace et éducation. La Télédétection spaciale: un outil pédagogique. *Espace Information*.27:1-31.
- VILLA, G. en prensa. Ajuste radiométrico conjunto de varias imágenes de satélite para la realización de mosaicos de ortoimágenes. *Ordenación del territorio y medio marino*. Universidad de Las Palmas-AET.