

Algunas experiencias en el diseño de un atlas de imágenes de satélite iberoamericano

Emilio Chuvieco y José Sancho

Departamento de Geografía
Universidad de Alcalá

RESUMEN

Se presentan los principales rasgos del diseño y organización de un Atlas de imágenes de satélite de Iberoamérica, recientemente publicado. Frente a otras obras de similar enfoque, se ha pretendido que el argumento central del libro fuera el paisaje, representado necesariamente a través de las imágenes, y no tanto otro tipo de valores cualitativos de éstas. Por esta razón, los ejemplos incluidos se han seleccionado no en razón de la calidad de las imágenes disponibles, sino más bien de su interés temático. En el Atlas se incluye una presentación técnica y tres capítulos temáticos: marco natural, asentamientos humanos, y aprovechamientos agrarios, enclaves mineros y áreas de interés ecológico. En la obra han participado un total de 25 grupos de trabajo de 14 países iberoamericanos. Se han incorporado 117 imágenes (66 Landsat-TM, 34 Landsat-MSS, 11 SPOT y algunos ejemplos de NOAA, GOES y Meteosat), 93 croquis de situación y 100 croquis temáticos, realizados a partir de la interpretación visual de las imágenes.

ABSTRACT

Some experiences about the design of a satellite atlas of Latin America are presented in this paper. The book was designed as a commemoration of the Quincentennial Anniversary of Columbus Voyage. Twenty-five teams, from 14 different countries have participated in this project. The book includes 117 images from the following sensors: 66 Landsat Thematic Mapper, 34 Landsat Multispectral Scanner, 11 SPOT-HRV, and some examples of GOES, Meteosat, and NOAA-AVHRR images. All these images are distributed along 93 study areas plus a technical presentation on remote sensing principles. The study cases are organized in three chapters: (i) Natural environment, (ii) Urban areas and (iii) Human-Natural interactions, which includes Agricultural landscapes, Mineral areas and National Parks.

Introducción

Desde el inicio de la observación exterior de los paisajes terrestres, a bordo de rudimentarios globos o aviones, el hombre ha sido consciente de la gran riqueza informativa que podía proporcionarle esta nueva perspectiva. La mejora de los sistemas aeronáuticos y el desarrollo espacial han permitido confirmar estas primeras impre-

siones. En consecuencia, además de las múltiples aplicaciones ambientales de la teledetección, esta técnica ofrece magníficas posibilidades didácticas y una nueva perspectiva que enriquece nuestra visión tradicional de los paisajes terrestres.

La celebración del V Centenario nos brindó oportunidad para abordar un proyecto que permitiera mostrar una nueva imagen de la comunidad iberoamericana de naciones. Se pretendía construir un producto gráfico basado en imágenes de satélite, dirigido al gran público, que sirviera para presentar las características geográficas, los problemas sociales y medioambientales que afectan a este querido continente. La primera propuesta de trabajo recibió una entusiasta acogida desde Iberoamérica. Así formalizamos la idea de realizar el primer Atlas de imágenes de satélite de los países que forman la comunidad iberoamericana. Al primer núcleo de personas interesadas en el proyecto, se fueron adhiriendo otros hasta formar un entramado de 25 grupos de trabajo, pertenecientes a 14 países: México, Costa Rica, Cuba, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Chile, Uruguay, Argentina, Portugal y España. Asumimos con gran ilusión la coordinación de este proyecto, que ha culminado felizmente con la publicación del libro *Iberoamérica desde el Espacio* (Sancho y Chuvieco, 1992).

El marco didáctico de las imágenes de satélite

La perspectiva vertical de observación, su carácter repetitivo, la información proveniente de bandas no visibles del espectro y su gran radio de cobertura han supuesto que la teledetección espacial se constituya en una herramienta de gran contenido didáctico (Vauzelle, 1984; Sancho y Chuvieco, 1986a; Hilton et al., 1988; Moreno et al., 1992). Desde el lanzamiento de los primeros satélites meteorológicos se han explorado las posibilidades pedagógicas de las imágenes espaciales, tanto en la enseñanza universitaria (Chicharro y Martínez, 1992), como en la media (Vauzelle, 1984) y primaria (Kirman, 1981).

Estas posibilidades didácticas se han concretado en el diseño de atlas y catálogos de imágenes, que proporcionan una selección, comentada y estructurada, de escenas adquiridas por distintas plataformas de observación terrestre (NASA, 1976; Bodetchel, 1978; Sheffield, 1981 y 1983; Francis y Jones, 1984; Smith, 1984; Bullard y Dixon, 1985; Kayser et al., 1992; Moreira y Ojeda, 1992). Hasta el momento, la mayor parte de las obras editadas utilizan las imágenes como eje de la estructura sintáctica. En otras palabras, la imagen constituye el principal argumento de la redacción, sin que suela existir una organización temática previa.

De acuerdo al tipo de imágenes incluidas en estos trabajos, podemos distinguir aquellos catálogos que se centran en un sólo sensor: Landsat MSS (NASA, 1976;

Sheffield, 1981 y 1983), Skylab (NASA, 1977), HCMM (Short y Stuart, 1982) y SPOT-HRV (Kaysers et al., 1992), y los que utilizan información de varias fuentes (Bodetche, 1978; Francis y Jones, 1984; Sancho y Chuvieco, 1986b; Short y Blair, 1986; Moreira y Ojeda, 1992), como imágenes Landsat y SPOT, fotografías del Space Shuttle o imágenes radar. La combinación en color más utilizada es el infrarrojo color (NASA, 1976; Sheffield, 1981), pero también hay algunos ejemplos sobre combinaciones en color simulado (Bodetche, 1978; Bullard y Dixon, 1985; Europa...).

En cuanto a material que acompaña a las imágenes, suelen incluirse mapas topográficos de situación (Bodetche, 1978), o croquis de referencia (Sheffield, 1981 y 1983; Francis y Jones, 1984). Más aislados resultan los casos en donde se incluyen productos obtenidos a partir de las propias imágenes, caso de clasificaciones digitales (Moreira y Ojeda, 1992) o de croquis producto de la fotointerpretación (Sancho y Chuvieco, 1986b).

Objetivos

Desde el inicio del proyecto, intentamos que el Atlas mostrará los rasgos más destacados del continente, y a la vez enseñara al lector a descubrir la información temática que estas imágenes proporcionan.

Por estas razones, el proceso de selección de las imágenes partió del interés del territorio en sí, y no de la calidad intrínseca de la imagen. En otras palabras, no partimos de seleccionar las mejores imágenes disponibles para los países analizados, sino, por el contrario, los paisajes más interesantes de estos territorios, sobre los que realizamos la búsqueda de las imágenes que mejor se ajustaran a nuestros objetivos. Este planteamiento dificultó notablemente la fase de selección, ya que en algunas áreas la cobertura de nubes es prácticamente permanente. En el caso de la ciudad de Bogotá, por ejemplo, SPOT Image sólo disponía de una adquisición libre de nubes, pese a intentar el registro durante casi cinco años. Otros sectores corrieron peor suerte, como la desembocadura del Orinoco y Amazonas, o las islas Malvinas, que hubieron de desecharse ante la ausencia de imágenes disponibles en los archivos de EOSAT y SPOT Image.

Para reforzar nuestro objetivo didáctico, nos propusimos que todas las imágenes incluyeran un croquis temático, que ofreciera una clave interpretativa de cada escena. Esto permitía, por un lado, reforzar el mensaje de que estas imágenes no son sólo documentos estéticos, sino, además, una magnífica fuente de información, en algunos casos exclusiva –ante la carencia de inventarios de campo o aerofotográficos– y siempre eficaz. Estos croquis se han orientado desde la óptica del propio intérprete,

salvaguardando una mínima coherencia entre todos los ejemplos incluidos en el libro. Así, algunos enfatizan la cubierta vegetal del suelo, otros la ocupación agraria, o el sustrato geológico, o las áreas de interés medioambiental. Acompaña a cada uno de los ejemplos un croquis de localización, con objeto de situar al lector en el entorno geográfico que se analiza.

Como objetivos indirectos de este trabajo, pretendíamos contribuir a la difusión de las técnicas de teledetección entre los países iberoamericanos, mostrándolas como una de las herramientas más idóneas para mejorar la información disponible sobre el territorio y sus recursos naturales. Asimismo, se pretendía estrechar los lazos de cooperación científica entre diversos centros de España, Portugal e Iberoamérica en técnicas de análisis y representación de datos geográficos (teledetección, SIG, cartografía).

Organización y composición

Uno de los elementos clave para garantizar una exposición didáctica de este trabajo era dotarlo de un esquema fácilmente comprensible al lector. En otras palabras, no se trataba de presentar las imágenes en secuencia arbitraria, sino de que respondieran a un esquema claro. En este punto se nos brindaban dos opciones. Por un lado, adoptar un enfoque temático, que organizara las imágenes en el marco de aplicación en donde resultaran más convenientes: por ejemplo, recursos mineros, áreas de interés ecológico, cadenas alpinas, etc. Por otro lado, se nos ofrecía la posibilidad de una organización geográfica, a modo de itinerarios regionales. La solución adoptada combina ambas opciones. Las imágenes se estructuran en tres grandes capítulos: marco natural, asentamientos urbanos y paisajes humanizados. En el primero, se intenta recoger las grandes unidades naturales del continente. Partiendo de nuestro país, de donde se recogen imágenes de los Pirineos, de la desembocadura del Guadalquivir y de la isla de Tenerife, se presentan los ámbitos litorales del Golfo de México, el litoral pacífico, el Caribe, y la costas templadas atlántica y pacífica, la cordillera de los Andes, las grandes cuencas fluviales (Orinoco, Amazonas y cuenca del Plata), y los paisajes del cono sur. En cada uno de estos epígrafes, las imágenes se presentan siguiendo un itinerario geográfico, de norte a sur. Así, se parte de la desembocadura del río Grijalba (en México), para culminar en el estrecho de Magallanes.

En el segundo capítulo, se analizan las principales urbes del mundo iberoamericano. Se inicia el repaso con Barcelona, para cruzar el Atlántico hasta las ciudades insulares del Caribe (como Santo Domingo o La Habana), las portuarias (como Lima, Río de Janeiro o Montevideo), y las del interior, distinguiendo aquí entre las de tradición andina (Bogotá, Quito, La Paz, Mendoza), y las situadas en otros ámbitos del interior del continente (México, Brasilia, Sao Paulo).

Por último, el tercer capítulo analiza la actividad humana sobre el territorio, que implica la presentación de los espacios agrarios, los enclaves mineros y las áreas de protección ambiental. En este marco se recogen ejemplos de los paisajes ibéricos, intensamente humanizados (Aranjuez, Castellón, Porto, Faro), de las agriculturas tradicionales y de plantación (Yucatán, Valle del Magdalena), de las regiones templadas (Talca, la Pampa), y de los enclaves de mayor interés ecológico (Galápagos, la Amazonia, Lago Argentino). Asimismo, se incluyen algunos sectores de interés minero, como es el caso de Belo Horizonte, el Salar de Uyuni o Chuquicamata.

Cada uno de estos tres capítulos se antecede de una introducción temática al conjunto del continente, realizada por el profesor argentino Mariano Zamorano, que se acompaña por una amplia selección de mapas y gráficos. Previo al desarrollo de los comentarios, hemos introducido un capítulo técnico, que pretende orientar a aquellos lectores poco familiarizados con la lectura de las imágenes espaciales.

Algunos datos técnicos

Participantes

Como se apuntó previamente, pretendíamos que este trabajo sirviera como estímulo de la colaboración iberoamericana en el ámbito de la teledetección. Por ello, fomentamos la participación de un amplio número de grupos de trabajo, de países y procedencias muy diversas. En conjunto, han participado 25 grupos de trabajo, provenientes de 14 países, principalmente del ámbito universitario y de los centros cartográficos nacionales. Los coordinadores nacionales han sido el Centro Nacional de Información Geográfica (Portugal), el Instituto de Estadística, Geografía e Informática (México), la Universidad Nacional (Costa Rica), el Instituto de Geografía (Cuba), el BIOMA (Venezuela), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Colombia), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia y el CLIRSEN (Ecuador), la Universidad Católica del Perú y la ONERN (Perú), la Universidad de Río Claro (Brasil), el Servicio Geográfico Militar (Bolivia), la Universidad Católica (Chile), las Universidades de Luján, Buenos Aires, Bahía Blanca, Mendoza y del Nordeste (Argentina) y el Instituto Geográfico Militar (Uruguay).

Esta amplia procedencia ha supuesto una laboriosa tarea de coordinación, que permitiera unificar –dentro de una sana variedad– los criterios interpretativos y el tono de los comentarios. Para ello, se realizó una reunión en Quito, en marzo de 1991, y se han mantenido frecuentes contactos con los diversos participantes.

Materiales

El conjunto del Atlas incluye, a largo de sus 300 páginas, un total de 117 imágenes, 93 distribuidas en ejemplos temáticos, y el resto incorporadas en las secciones técnicas y de introducción. La mayor parte de las mismas fueron adquiridas por el satélite Landsat, si bien un pequeño grupo (11) se tomaron de los archivos de SPOT

Image. Asimismo, se han incluido en las introducciones 2 imágenes de satélites geostacionarios, otras 2 del NOAA, y algunos ejemplos de técnicas digitales. Entre las imágenes Landsat, 66 fueron adquiridas por el sensor Thematic Mapper y 34 por el Multispectral Scanner. La combinación de bandas para las imágenes SPOT y MSS es un falso color convencional (infrarrojo cercano, rojo y verde aplicado, respectivamente, al rojo, verde y azul), mientras en las TM se incluyó el infrarrojo medio (banda 5, en verde), para facilitar la detección de áreas nevadas y recursos minerales. La tonalidad, sin embargo, se mantenía similar a las anteriores, al mantenerse la vegetación en tonos de rojo.

Todas las imágenes correspondientes a los ejemplos temáticos incluyen un croquis interpretativo y otro de localización. En conjunto, estos croquis recogen más de 100 categorías temáticas. En las introducciones, se presentan 16 mapas y 4 diagramas.

Entidades colaboradoras

Este proyecto se gestó en el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares, que cuenta con una cierta experiencia en las aplicaciones temáticas de la teledetección. Además de esta institución, han financiado este proyecto la Sociedad Estatal para la Ejecución de Programas del Quinto Centenario, el Instituto Tecnológico y Geominero, y la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. En la publicación de la obra, también participan la editorial Lunverg y el Centro Nacional de Información Geográfica.

Agradecimientos

Para el desarrollo de este proyecto hemos contado, en primer lugar, con los recursos del Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares, y especialmente de su secretario administrativo, Francisco Bachiller, y de algunos alumnos de postgrado, como Enrique Pérez y Antonio Santaolalla, que han contribuido notablemente a la delineación de croquis y la toponimia.

Referencias

- Bodechtel, J. (Ed.):** 1978. *Weltraumbild Atlas, Deutschland, Osterreich, Schweiz, Braunschweig*, Westermann Verlag.
- Bullard, R.K. y Dixon-Gough, R.W.:** 1985. *Britain from Space. An Atlas of Landsat Images*, Taylor & Francis Ltd., London.
- Chicharro, E. y Martínez, J.:** 1992. El análisis visual de imágenes espaciales en la enseñanza de la Geografía. *Serie Geográfica*. 2: 65-80.
- Francis, P. y Jones, P.:** 1984. *Images of Earth*, George Phillip and Son Ltd., London.
- Hilton, K., Mc.Morrow, J y Stewart, N.J. (Eds.):** 1988. *Spaceview UK. A Teacher's Guide*

to *Landsat TM Images in the Classroom*, The Remote Sensing Society, Nottingham.

Kayser, B., Hubschman, J. y Selleron, G.: 1992. *L'Europe vue de l'Espace*, Solar et Daniel Briand, SPOT-CNES, Toulouse.

Kirman, J.: 1981. Use of Band-5 Black and White Landsat images in the elementary grades. *Journal of Geography*. 80: 224-228.

Morera, J.M., y Ojeda, J.: 1992. *Andalucía, una visión inédita desde el espacio*. Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Moreno, F., Sancho, J. y García-Abad, J.J.: 1992. El paisaje rural a vista de satélite: propuesta de trabajo práctico en el suroeste de la Comunidad de Madrid. *Serie Geográfica*. 2: 113-120.

NASA.: 1976. *Mission to Earth. Landsat views the World*, NASA Scientific and Techn. Publ. Branc., Washington, D.C.

NASA.: 1977. *Skylab explores the Earth*, NASA Scientific and Techn. Publ. Branc., Washington, D.C.

Sancho, J. y Chuvieco, E.: 1986a. Tratamiento visual y digital de imágenes espaciales: Aplicaciones docentes. *Didáctica Geográfica*. 14: 17-28.

Sancho, J. y Chuvieco, E.: 1986b. *Castellón desde el Espacio*. Caja de Ahorros de Castellón de la Plana.

Sancho, J. y Chuvieco, E.: 1992. *Iberoamérica desde el espacio*. Sociedad Estatal Quinto Centenario, Lunweg, CNIG, Madrid.

Sheffield, C.: 1981. *Earth Watch. A Survey of the World from Space*. Sidgwick and Jackson Ltd., London.

Sheffield, C.: 1983. *Man on Earth. The Marks of Man, A Survey from Space*. Sidgwick and Jackson Ltd., London.

Short, N.M. y Blair, B.W. (Eds.): 1986. *Geomorphology from Space*. NASA Scientific and Techn. Public. Branch, Washington, D.C.

Short, N.M. y Stuart, L.M.: 1982. *The Heat Capacity Mapping Mission (HCMM) Anthology*, NASA Scientific and Technical Information Branch, Washington D.C.

Smith, R.M.: 1984. *Images of the World. An Atlas of Satellite Imagery and Maps*. Collins-Longman, Essex.

Vauzelle, M.: 1984. La teledetección spatiale: un outil pédagogique. *Espace Information*. 27: 1-30.

