

Revisión histórica y perspectivas de futuro de la Teledetección: desde el ERTS hasta los Sentinels

REVISTA **MAPPING**
Vol. 29, 200, 30-32
marzo-junio 2020
ISSN: 1131-9100

Emilio Chuvieco

Grupo de Investigación en Teledetección Ambiental, Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente, Universidad de Alcalá.

El afán de remontar la limitada perspectiva de la visión humana es evidente ya desde los inicios de la aeronáutica y jugó un destacado papel en la investigación espacial. Junto a los aspectos estratégicos de esa observación, pronto se comprobó su enorme utilidad para mejorar nuestro conocimiento del planeta y del uso que hacemos de sus recursos. Desde las primitivas cámaras instaladas sobre globos, hasta los equipos de aerofotografía y finalmente los sensores óptico-electrónicos instalados sobre satélites, la observación de la Tierra ha experimentado un enorme desarrollo en el último siglo, y muy particularmente en las últimas dos décadas. Resumir esa trayectoria en unas pocas líneas es tarea complicada, que intentaré abordar ante el amable requerimiento de quienes promueven este número monográfico de la revista *Mapping*. En medio de esta situación tan anómala, producida por el impacto en nuestras actividades cotidianas del COVID-19, reflexionar sobre las contribuciones pasadas y las previsibles de la teledetección puede ser una pequeña aportación a estimular nuestra respuesta ante un reto tan inesperado. Ciertamente no es una tarea sencilla, pero creo que no podemos perder de vista nuestra capacidad de sobreponernos a situaciones críticas. También ésta, además de un problema es una oportunidad. Una oportunidad para repensar nuestro modelo de desarrollo, basándolo en la mejor información de que dispongamos, en una visión holística que considere todas las facetas en beneficio del conjunto de los seres humanos y de las demás formas de vida que nos acompañan en esta Casa común. La teledetección nos ayudará a conocer mejor los problemas ambientales, pero la solución a los mismos dependerá de nuestra capacidad para superar nuestros egoísmos, de reforzar nuestra conciencia de que somos seres sociales, dependientes de los demás seres humanos, y parte del ecosistema que nos acoge y al que tenemos necesariamente que adaptarnos.

MISIONES DE TELEDETECCIÓN DESDE 1970 HASTA 2020

La teledetección es una técnica aplicada, y como tal muy dependiente del estado de desarrollo tecnológico

existente en cada momento. Por cuanto conjuga aspectos muy variados —óptica y detectores del sensor, plataforma que lo sustenta, sistemas de transmisión, equipos de tratamiento, etc.—, las formas de teledetección han variado ostensiblemente en las últimas décadas (Chuvieco, 2020).

Sin entrar ahora en la aerofotografía, que ha sido el medio más común de teledetección, la decisión del presidente Eisenhower a fines de los años 50 de promover el desarrollo de un sistema de reconocimiento militar basado en satélites fue el principal prolegómeno de la teledetección espacial. Al lanzamiento de esas primeras misiones de espionaje (CORONA KH, ARGON, LANYARD, GAMBIT, entre otras), siguieron los primeros proyectos orientados a la observación de recursos naturales, comenzando por las fotografías adquiridas por los astronautas de las misiones GEMINI y Apollo. Esos desarrollos condujeron al lanzamiento del ERTS (*Earth Resources Technology Satellite*) en julio de 1972. Este proyecto, bautizado Landsat con la puesta en órbita del segundo satélite en 1975, resulta el más fructífero hasta el momento para aplicaciones civiles de la teledetección, con una serie que ha venido funcionando ininterrumpidamente desde entonces. A la serie Landsat siguieron otras misiones de la NASA (Skylab, Seasat o HCMM) y de otras agencias espaciales, como la franco-belga con la serie SPOT, la japonesa (MOS, JERS), india (IRS) o europea (ERS-1, Envisat). A esta lista se han ido añadiendo otras a fines del pasado siglo o inicios de éste, incluyendo las de Canadá, Brasil, Argentina, China, Corea del Sur, o Israel. En 2018, España se unió a la lista de países con satélites propios de teledetección con el lanzamiento del Paz, que gestiona el Ministerio de Defensa. Además, nuestro país participa como socio de cierto peso en la Agencia Espacial Europea, que ha desarrollado recientemente el programa más ambicioso de observación terrestre en el marco de la iniciativa Copernicus (<https://www.copernicus.eu/es>). Es programa de la Comisión Europea ha desarrollado, junto a la ESA y EUMETSAT, seis familias de satélites (Sentinel-1 a 6), orientados a complementarse mutuamente para generar una información detallada sobre las condiciones ambientales del planeta. Cada uno de ellos está formado por dos satélites funcionando simultáneamente en órbitas complementarias, con otros dos de re-emplazo, lo que garantiza la continuidad de la misión hasta 2030. Todos

los datos adquiridos por las misiones Sentinels son de libre descarga. Se han desarrollado además una serie de servicios Copernicus basados en los datos adquiridos por las misiones Sentinel y otros satélites civiles, incluyendo servicios de cambio climático, atmósfera, tierra, océano, seguridad y emergencias.

En el otro lado del atlántico las misiones siguen siendo más puntuales, en parte como consecuencia de las derivas políticas en EE.UU. sobre la relevancia de las cuestiones ambientales. NASA mantiene el programa Landsat-8, del que existe continuidad garantizada, transfiriendo la gestión al USGS. La NOAA ha incorporado en sus últimas misiones de observación meteorológica polar (JPPS y NOAA-20) un sensor similar al MODIS (activo en los satélites Terra y Aqua desde 1999 y 2001), que ha dado magníficos resultados en la observación del cambio global, lo que garantiza la continuidad de estos datos de media resolución (250-1000 m). Además, se han lanzado varias misiones científicas para detectar parámetros relevantes de la atmósfera (OCO, Calipso, GMP, Aura, Cloudsat...).

Los satélites geostacionarios también han experimentado un gran desarrollo en los últimos años, tanto en Europa (Meteosat de segunda generación), como en USA (GOES-16) y Japón (Himawari). Se están mejorando mucho tanto la resolución espacial (llegando a 1 km en algunas bandas) y la espectral (12 canales en el MSG).

En 1999 se lanzó el primer satélite comercial de observación de la Tierra, que ahora constituye un sector de gran dinamismo, con múltiples misiones. La mayor parte de las misiones comerciales se han orientado hacia sensores de muy alta resolución, que abren nuevos campos de aplicación para la teledetección espacial (gestión de emergencias, medios de comunicación, sector inmobiliario, infraestructuras, o seguros). Después de varias fusiones y adquisiciones en las compañías implicadas, en este momento los proyectos más extendidos son las que lideran la empresa estadounidense Planet Labs, que posee 120 satélites con sensores de alta resolución (entre 40cm y 5 m) y la francesa Pleiades, que retiene los satélites de mayor resolución de la familia SPOT y añade otros de diseño propio.

PRINCIPALES LÍNEAS DE DESARROLLO

Como consecuencia del gran desarrollo de las plataformas y sensores de teledetección, el tipo y calidad de los datos generados y el rango de aplicaciones no ha hecho más que incrementarse en los últimos años. La creciente potencia de cálculo de los sistemas informáticos, incluyendo la computación compartida, permite también

acceder a servicios que hasta hace pocos años eran poco menos que ciencia ficción. Entre las líneas de desarrollo que me parecen más destacables citaré:

- Tratamiento más automatizado, gracias a la mayor estabilidad de las plataformas y a la complementariedad entre los sensores, ahora pueden abordarse correcciones geométricas y radiométricas de modo casi automático, lo que permite desarrollar aplicaciones temáticas con mayor consistencia y fiabilidad.
- Sinergia entre sensores. El trabajo complementario entre distintas técnicas de teledetección es muy común actualmente. Integrar sensores activos (radar o lidar) y pasivos (espectro-radiómetros) para completar las carencias de información de unos y otros es de gran importancia para obtener productos más robustos. Por ejemplo, los sistemas radar complementan a los ópticos en áreas de frecuente nubosidad, mientras los lidar permiten obtener información tridimensional que facilita una estimación más atinada de la dinámica vegetal o la morfología urbana.
- Observación multibanda. Adquirir información en los sensores complementarios de la misma misión permite mejorar la fiabilidad de las estimaciones. Por ejemplo, incorporar una banda en la región de absorción del vapor de agua permite mejorar las correcciones atmosféricas, mientras el contraste entre temperaturas en el infrarrojo medio y en el térmico permite diferenciar focos de calor del «fondo».
- Observación multiescala. En los últimos años se han desarrollado distintas técnicas para mezclar imágenes de distintas resolución, facilitando el escalado de distintos fenómenos. Por ejemplo, la observación de la densidad vegetal con imágenes Sentinel-2 MSI (10 m) pueden extenderse a sensores de resolución más baja (Sentinel-3 OLCI, 300 m) para extender análisis locales a escalas regionales y globales.



- Series temporales. La creciente disponibilidad (y gratuidad) de las imágenes de resolución media-alta (Landsat-8 y Sentinel-2) permite realizar estudios que requieren una gran frecuencia a niveles de detalle antes impensables. Un ejemplo claro es el seguimiento de cosechas, antes solo disponible para grandes superficies, que ahora puede ajustarse a ámbitos de detalle.
- Énfasis en validación y análisis de la incertidumbre. Cada vez es más evidente la necesidad de evaluar rigurosamente la fiabilidad de cualquier producto de teledetección. En los últimos años se han desarrollado distintos estudios que desarrollan métodos estándar para realizar estas tareas. Se requiere una selección estadística de las muestras, la generación de matrices de confusión y el cálculo de métricas que estimen si la fiabilidad obtenida está dentro de los márgenes de confianza de la requerida.

Se trata solo de algunos de los desarrollos más recientes. Seguramente el inmediato futuro nos deparará muchos otros desarrollos, en mi opinión a través de la mayor

integración de distintos sensores y de información digital disponible a través de otras fuentes. Creo que veremos una transición desde los métodos de extracción de información a los que pongan más énfasis en el análisis de esa información, sobre todo hacia el desarrollo de servicios operativos. Esto será posible porque la teledetección se convierta en un método de observación estable, garantizada a medio plazo. Los servicios Copernicus son solo un ejemplo de los que pueden proponerse en el próximo futuro, desde la predicción meteorológica hasta la agricultura de precisión, el inventario forestal, los servicios urbanos o la gestión de emergencias.

REFERENCIAS

- Chuvieco, E. (2020). *Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach*. 3rd Ed. Boca Raton (FL): CRC Press.
- Lizundia-Loiola, J., Otón, G., Ramo, R. y Chuvieco, E. (2020). A spatio-temporal active-fire clustering approach for global burned area mapping at 250 m from MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 236, 111493.

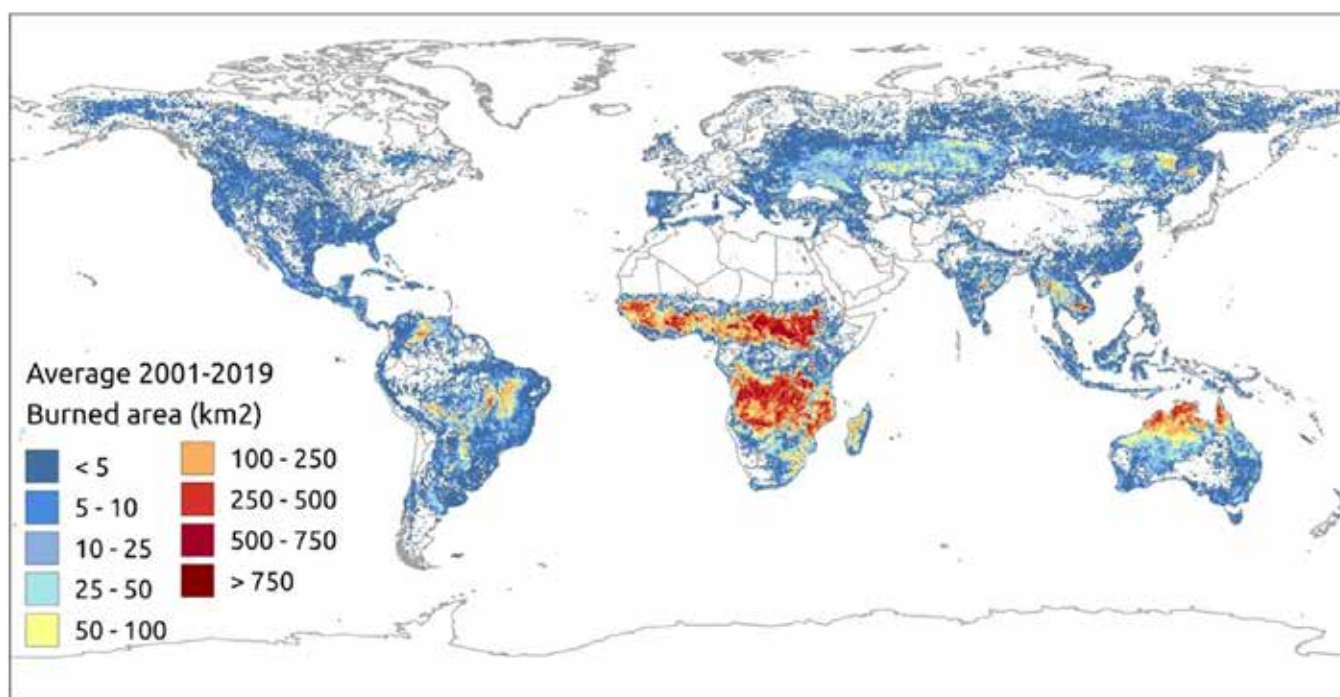


Fig. 1: Promedio anual de área quemada en el periodo 2001-2019 a partir de imágenes de sensor Terra-MODIS (250m): Lizundia-Loiola et al., 2020