

EL USO DE SATÉLITES EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA VIDA

The use of satellites in the Earth and Life Sciences

Manuel Sánchez Fernández (*) y Luis Fernández López (**)

RESUMEN

El uso de satélites artificiales aporta, en la actualidad, gran cantidad de información en las ciencias de la tierra y de la vida, en cuestiones tanto básicas como aplicadas.

En los libros de texto se habla normalmente de aparatos y sistemas empleados en la investigación biológica y geológica, pero pensamos que dedicado a la teledetección no está suficientemente tratada para la incidencia que está teniendo en la actualidad.

Este trabajo intenta ser un material de aula para profundizar en este campo con alumnos de bachillerato.

ABSTRACT

The use of artificial satellites provides a great deal of information in the sciences of earth and life both in basic and practical issues.

Many textbooks deal with the equipment and systems used in the biological and geological research, but we consider that the remote sensing is not discussed enough, taking into account the growing incidence that is having nowadays.

This paper is aimed to use this information as teaching material so that the students of Bachillerato go deeply into this field.

Palabras clave: *teledetección, satélites, contaminación lumínica, meteorología, pesca*

Key words: *remote sensing, satellites, luminous contamination, meteorology, fishing*

¿QUÉ ES LA TELEDETECCIÓN?

Se incluye bajo el término de teledetección o percepción remota a cualquier técnica con sensores situados fuera de la superficie terrestre o de otro planeta o satélite natural que nos permita obtener información de nuestro planeta o de otros cuerpos planetarios como la luna o marte; ejemplo de ello sería la fotografía aérea utilizada desde mediados del siglo XIX para la elaboración de mapas o los satélites artificiales desarrollados a partir de los años 60, a partir del primero lanzado al espacio por la URSS. La primera fotografía incluida bajo el término de teledetección, data de 1859; y fue realizada desde un globo aerostático.

ALGUNAS CUESTIONES TEÓRICAS

¿Qué es un satélite?

Un satélite, en general, es cualquier objeto que orbita alrededor de otro mayor. En base a esta definición, la Luna es un satélite de la Tierra y ésta un satélite del Sol. Tierra y Luna en este caso, son satélites naturales.

Los satélites artificiales, no obstante, se definen como un artefacto espacial, hecho por el hombre y situado en órbita alrededor de algún cuerpo celeste.

El punto más cercano del satélite al cuerpo alrededor del cual orbita se llama perigeo y el más largo apogeo. La relación entre ambas mide el grado de excentricidad de la órbita.

Normalmente el satélite se dirige desde una estación central en Tierra donde se reciben también los datos. En España hay una en Maspalomas (Gran Canaria) del INTA.

Hay satélites de todos los tamaños y pesos. El explorer 1 lanzado en 1958 medía 2m de largo y pesaba 8 Kg. Un satélite más actual puede medir 21 m de largo y pesar 17 toneladas.

Todos tienen en común que necesitan una fuente de energía para funcionar. Los satélites orbitales obtienen energía mediante paneles solares, y los satélites que sirven de sondas para investigar otros planetas o se envían al explorar el universo utilizan energía nuclear.

Asimismo, los satélites necesitan un sistema de propulsión para corregir pequeñas desviaciones de

(*) Departamento de Informática. IES Rodeira. Avenida de Ourense s/n. 36940-Cangas do Morrazo (Pontevedra) e-mail: manuel.sanchez@edu.xunta.es

(**) Departamento de Biología y Geología. IES Carlos Casares. Calle Nicolás Tenorio, 32. 32550-Viana do Bolo (Ourense) e-mail: luisfernandez@edu.xunta.es

su órbita, hacer que los paneles solares apunten siempre al Sol etc. Además de la alimentación y propulsión, los satélites llevan a bordo aquella instrumentación que le permite trabajar según el fin con el que fueron diseñados: cámaras fotográficas, antenas, sensores, telescopios, etc.

¿Por qué un satélite orbita alrededor de la tierra?

Según la primera ley de Newton, todo cuerpo continúa moviéndose hasta que haya una fuerza en sentido contrario. Si nosotros lanzamos un artefacto habrá un momento en el que la velocidad que lleva quede contrarrestada por la fuerza de gravedad terrestre. Si la fuerza de gravedad es mayor el satélite cae a la tierra, si es menor continúa moviéndose hacia el espacio exterior. Si ambas son iguales, el satélite orbita.

¿Se pueden observar los satélites desde la tierra?

Si. Al anochecer y de madrugada es fácil observar ciertas “estrellas” que se mueven en el cielo. Mucha gente las tiene identificadas como OVNIS. Casi con seguridad que se trata de satélites artificiales. Para verlos es necesario que sea de noche en el punto de observación, pero que el satélite aún este siendo iluminado por el Sol. Esto ocurre en las dos horas siguientes a la puesta del sol o dos horas antes de su salida. Esto es así porque los satélites pueden ser observados gracias a la luz solar que reflejan. Podemos observar satélites de órbita baja, entre 400 y 1000 Km, como los satélites Cosmos, Meteor, el CODE, el SEASAT, el telescopio espacial Hubbel; y el más brillante de todos, la estación espacial rusa MIR. Esta, es tan brillante como Jupiter o Venús, y claramente más brillante que otras estrellas del cielo.

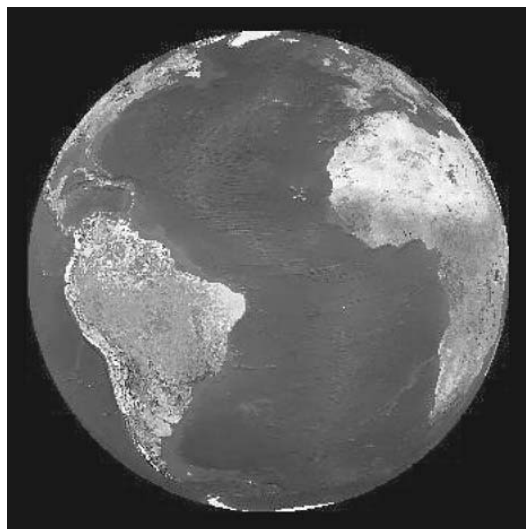
Cualquiera de estos satélites los podemos ver a ojo o con prismáticos. Para localizarlos en espacio y tiempo podemos utilizar programas o páginas web como: www.webs.ono.com/usr004/pacoburguera/astro/satelites.htm

¿Cuántos satélites hay y de quién son?

Centrándonos en los satélites artificiales que orbitan alrededor de nuestro planeta, hoy en día hay más de 3500. Normalmente los satélites son de los gobiernos para fines de investigación o militares, otras veces, son de corporaciones de varios países como Intelsat (65 naciones). Hay satélites de comunicaciones sin embargo que son lanzados por empresas o conjuntos de grandes empresas como AT&T, Microsoft etc.

¿Cómo ven los satélites nuestro planeta?

En www.fourmilab.ch/earthview/satellite.html podemos escoger un satélite y ver cómo se observaría la tierra desde él. Escogiendo varios satélites tenemos una visión aproximada de la cantidad de ellos que nos rodean y sus localizaciones.



Vista de la tierra desde el satélite Hispasat.

¿Qué hacen los satélites?

Hay satélites activos y pasivos. Los pasivos son únicamente reflectores de las señales que le llegan desde la tierra y la reflejan a otro punto de ella por ejemplo los satélites de televisión y comunicaciones. Otros satélites, como por ejemplo los meteorológicos o los telescopios recogen datos y emiten señales de radio a la tierra con esa información. En las estaciones terrestres se recogen esos datos y se procesan creando los mapas del tiempo que vemos por televisión. Gracias a las predicciones meteorológicas podemos estar avisados sobre la aparición de huracanes, lluvias torrenciales, olas de calor con la ventaja que esto supone para la salvaguarda de las cosechas en todo el mundo.

Los datos que recogen los satélites científicos son muy variados aunque predominan los electromagnéticos: Campos magnéticos de la Tierra y el Sol, rayos gamma, rayos X, ondas de radio del Universo, fotografías de la Tierra y el espacio

Las fotografías de la Tierra normalmente captan la luz visible y la infrarroja.

¿Qué es el GPS?

El sistema GPS (Global Positioning System), primeramente usado por el gobierno de EEUU para fines militares, se ha desarrollado de tal modo, que ahora no se concibe la navegación marítima o aérea sin su uso. Se trata de un sistema que permite calcular las coordenadas de cualquier punto de la superficie terrestre a partir de la recepción de señales emitidas desde una constelación de satélites en órbita. Básicamente, su principal funcionalidad es que permite al usuario conocer, mediante un receptor, su posición en cualquier parte del planeta. Se basa en una constelación de 24 satélites operativos más cuatro de reserva, mantenidos por la fuerza aérea esta-

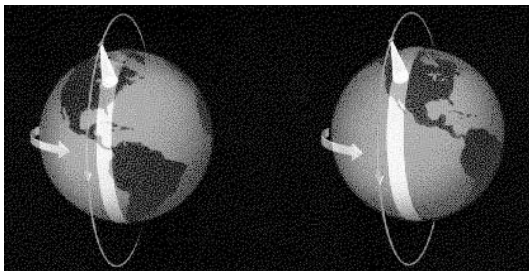
dounidense llamada **NAVSTAR**. Estos satélites circundan la tierra en órbitas a una altura alrededor de 20.200 Km y estan distribuidos de tal forma que normalmente desde cada punto de la superficie terrestre se reciba la señal de al menos cuatro satélites distintos. Al principio, al ser GPS un sistema militar, se introducía una degradación intencionada en la señal por parte del gobierno estadounidense para que los receptores civiles tuviesen un error y no se pudiese utilizar GPS para fines militares. Posteriormente la administración Clinton suprimió esa degradación. Aunque las órbitas de estos satélites son muy fijas, es necesaria una gran precisión para posicionar un objeto con tan poco error. Las órbitas de los satélites varían (aunque sea muy poco); es por eso que hay repartidos por todo el globo 5 centros de control terrestre cuya posición geográfica es exacta que se encarga de cálculo del error en las órbitas. Este error se envía a los satélites.

Por otro lado, también existe en proyecto una versión europea modernizada del GPS que actualmente se encuentra en fase de elaboración. Liderado por la Agencia Espacial Europea, el Proyecto **Galileo** espera tener operativo todo su sistema a partir del 2008, si no hay problemas políticos o de financiación.

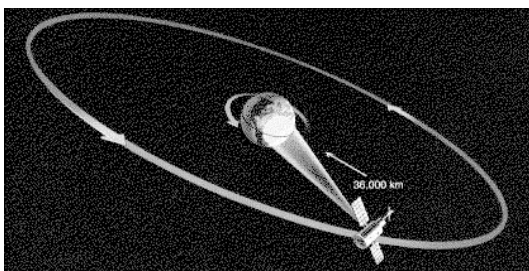
¿Todos los satélites orbitan igual?

Otra forma de clasificar los satélites es por la altura de su órbita. Para hacer nulo el efecto de rozamiento del aire de la atmósfera, el satélite debe orbitar a más de 300 Km de altura sobre el nivel del mar. La velocidad y el ángulo con el que es lanzado un satélite determina su órbita, que dependerá del uso que tenga el satélite.

Las órbitas más importantes son: la polar, la geoestacionaria (GEO) y la de satélites de baja altura (LEO).



Orbita polar



Orbita Geoestacionaria

POLAR: La órbita polar se consigue lanzando los satélites aproximadamente a 90 grados del ecuador. Estos satélites orbitan circularmente entre ambos polos terrestres barriendo una amplia zona terrestre. (Algunos satélites meteorológicos tienen este tipo de órbita). Son los más utilizados para aplicaciones que impliquen observación de un área del planeta.

GEO: La órbita geoestacionaria o geosíncrona se produce cuando el satélite orbita a 35.888 Km del ecuador. A esa altura, la velocidad del satélite coincide con la de un punto del ecuador. El período orbital es de 24 horas y por tanto, estos satélites parecen estar siempre sobre el mismo lugar de la superficie del planeta. Así mismo, los GEO necesitan obtener unas posiciones orbitales específicas alrededor del ecuador para mantenerse lo suficientemente alejados unos de otros (unos 1600 kilómetros o dos grados). La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en los Estados Unidos, administran estas posiciones. La mayoría de los satélites actuales son GEO.

LEO: Hay satélites que preferimos que estén más cercanos a la tierra (por ejemplo para medir la cantidad de ozono de la atmósfera). Estos satélites pueden tener órbitas elípticas. Los satélites LEO también se usan en telecomunicaciones (normalmente telefonía y buscapersonas) y hay planeadas varias constelaciones para abarcar cobertura mundial.

¿Qué es el SIG?

Son las iniciales de sistema de información geográfica. Tienen como base, fotografías tomadas desde satélite de distintas zonas de la Tierra. Además, para las mismas zona acumula otra información obtenida por teledetección y también por otros sistemas más clásicos como puede ser la topografía, la ingeniería, la ecología etc. En conjunto obtenemos una información integrada para cada zona, por ejemplo ver la topografía de un determinado parque nacional y en la misma imagen observar vegetación o riesgo de corrimiento de tierra.

¿Cuántos satélites caben?

En algunos sectores se ha mostrado cierta preocupación por la gran cantidad de satélites que podrían juntarse en una porción relativamente pequeña del espacio, sin embargo, aunque los satélites geoestacionarios deben ocupar posiciones fijas y por eso no puede haber muchos, en órbitas más bajas caben muchísimos más.

¿Qué es la basura espacial?

Son los restos de las anteriores misiones espaciales y satélites ya viejos que siguen orbitando alrededor del planeta. Estos restos son de todos los tamaños, velocidades y peligrosidades.

¿Qué pasa cuando un satélite ya no es útil?

Los satélites GEO, cuando terminan su vida útil, son desplazados a una órbita de estacionamiento.

to unos pocos Km más alejada. Los LEO, sin embargo, se dejan caer y se desintegran en la atmósfera o caen en zonas deshabitadas del planeta.

¿En qué campos de las ciencias de la tierra y de la vida se usan los satélites artificiales?

Las aplicaciones de la percepción remota fueron aumentando progresivamente dentro del campo de las ciencias de la tierra y de la vida y otras ciencias desde su aplicación militar inicial. En el cuadro siguiente indicamos algunos campos en los que ya ha sido usada la teledetección por satélites:

APLICACIONES DE LA TELEDETECCIÓN POR SATÉLITES

Estudios astronómicos

- Predicción meteorológica
- Estudios geomorfológicos
- Detección de fallas
- Localización de petróleo
- Localización de minas
- Evaluación de impacto ambiental de grandes obras
- Estudio y seguimiento de actividad volcánica
- Estudio de la erosión de playas y arenales
- Estudio del movimiento de icebergs
- Inventario de aguas superficiales
- Análisis de salinidad en la hidrosfera

Localización de bancos de pesca

- Evaluación de mareas rojas
- Gestión agroforestal
- Análisis de cosechas
- Identificación de daños por plagas y sequías
- Estudio y prevención de incendios forestales
- Estudios ecológicos básicos
- Estudio de hábitat de aves acuáticas
- Estudio del plancton
- Seguimiento de animales por GPS
- Mediciones atmosféricas de ozono y otros gases

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Proponemos que el alumno trabaje sobre fotografías obtenidas desde satélite a partir de páginas web. Las que siguen a continuación son unos pocos ejemplos, en cualquier buscador encontraremos distintas aplicaciones prácticas de la teledetección.

Lo interesante de ellas es ver como a partir de una técnica de telecomunicación que surgió al margen de la biología y geología y a partir de estudios teóricos de estas ciencias, por convergencia de los dos campos, se realizan en la actualidad un buen aprovechamiento en campos muy diversos. La ciencia y la técnica no forman compartimentos estancos, un ingeniero de telecomunicaciones, un informático, un ecólogo o un pescador; pueden, y de echo lo hacen; trabajar encaminados a un mismo objetivo.

Aplicación medioambiental

<http://www.geocities.com/autogestion/mapas/mundo/nocturna.jpg>

En esta página vemos una imagen nocturna obtenida por satélite del planeta tierra. Podemos plantear a los alumnos cuestiones como las siguientes:

- ¿Qué áreas del planeta están más iluminadas? ¿Hay algún motivo de esta desigualdad lumínica?

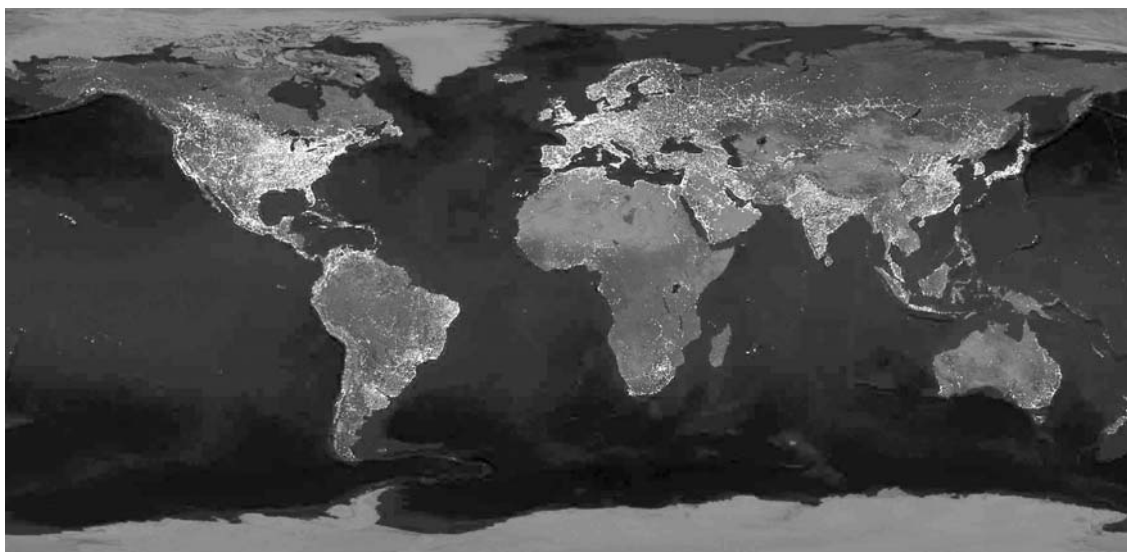
América del Norte, Europa y Japón. En general, el norte del planeta. Es clara la relación con la riqueza de los países. Los países desarrollados son los de mayor consumo energético (más iluminación), seguidos de los que están en vías de desarrollo como América Latina y acabando con los países subdesarrollados.

- Busca en la foto de satélite una isla con mucha iluminación y una con poca.

Magadascar, poco iluminada y Hawai (USA) muy iluminada. El motivo es el mismo que en la pregunta anterior.

- ¿Se pudo obtener la foto en una sola toma?

No, la curvatura del planeta imposibilita que todo él esté en oscuridad.



- Investiga en internet los efectos de la luz como contaminante (Contaminación lumínica)

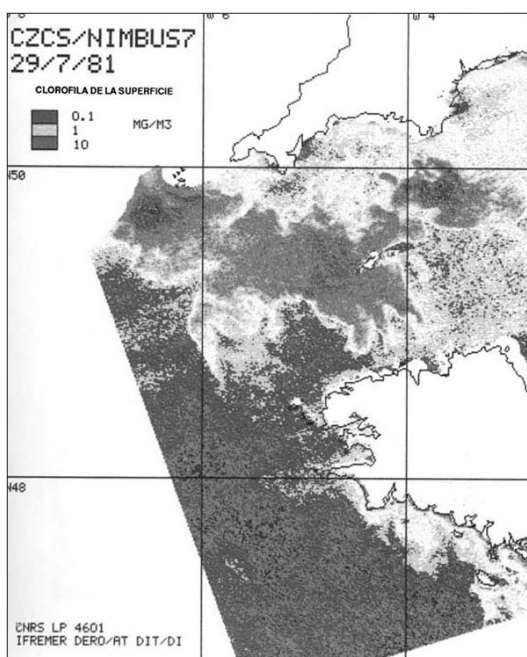
http://www.astrogea.org/celfosc/contaminacio_1uminica.htm

<http://revista.consumer.es/web/es/20020201/me dioambiente/>

Aplicación a la pesca

<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0355S/T0355S07.htm>

En esta pagina de la FAO, podemos observar fotografías por satélite de determinados puntos del planeta donde podríamos pensar en enviar barcos de pesca. En base a diferentes estudios indirectos podemos deducir la presencia o ausencia de bancos de pesca de interés económico, que nos ayuden a decidir la dirección del barco.



1- Responde a las cuestiones siguientes:

En base a los estudios de presencia de clorofila en la costa occidental de Francia, señala hacia donde dirigirías un barco de pesca. Razona como se aplica la teledetección en este caso.

Las concentraciones de clorofila superiores a 0,2mg/m nos indican que la cantidad de fitoplancton es suficiente para poder sustentar una cantidad de peces con interés económico. Por tanto, viendo la imagen 7.2 de la web, vemos que cerca de la costa tenemos muchas más posibilidades de pescar más cantidad de peces, y en el norte de Francia más que en el sur, salvando el afloramiento de dinoflagelados que observamos como una mancha roja. Esto puede ayudarnos a decidir a donde dirigir el barco.

Esta imagen se puede tomar debido a las características espectrales de los pigmentos que absor-

ven una determinada luz de color y reflejan otra. Así la clorofila devuelve con intensidad el verde, absorbiendo la azul y roja. Esto le da a la zona de mar colores específicos según la cantidad de cada pigmento. Esto es recogido por satélite mediante observaciones multispectrales.

- 2- Os contratan como biólogos para una empresa dedicada a la pesca del atún y del salmón. Según los estudios ecológicos de estas dos especies sabéis que algunas especies de atún prefieren para vivir el lado caliente del mar abierto y las de salmón prefieren zonas frías cerca del continente. Analizando la fotografía 7.4 de temperatura obtenida del NOAA-9 toma las decisiones adecuadas en cuanto a la dirección del barco de pesca.

Los colores azules indican zonas frías, los rojos zonas calientes. En base a lo citado en la pregunta para pescar salmones elegiremos zonas azules próximas al continente, más hacia la parte superior de la fotografía; y para el atún las zonas rojas, en la parte inferior de la fotografía.

Aplicación meteorológica

<http://www.vocento.net/canalmeteo/datos/prev/msat.html>

En varias paginas web podemos visualizar las imagenes que envía el satélite Meteosat y que es la base de las predicciones meteorológicas

- ¿Hace cuánto tiempo fue tomada la imagen que ves?
Se responde sólo observando la fecha y la hora de la imagen, posiblemente los alumnos verán que es de hace pocos minutos o un par de horas.
- ¿Crees que la imagen desde el satélite es tan clara como la que observas?

No. La imagen que se recibe no deja ver tan nítidamente la línea de costa. Las imagenes son procesadas con programas de tratamiento de imagenes, que por ejemplo marcan con una línea blanca la costa. También puede dar determinada coloración a partes de la imagen. El objetivo es facilitar la visualización de la misma.

- Observa si hay masas nubosas próximas, y en base al mapa de isobaras de la misma web, predice cual puede ser la evolución de las mismas.

Con el mapa de isobaras podemos ver zonas de altas presiones (anticiclón) y bajas presiones (borrasca) y por tanto predecir teóricamente la evolución de una masa nubosa.

La predicción meteorológica es mucho más complicada e integra otras informaciones, pero el objetivo aqui es que el alumno aplique una imagen de satélite.

BIBLIOGRAFÍA

- Butler, M., Mouchot, M., Barale, V, Leblanc, C ; (1988). The application of remote sensing technology to marine fishery. FAO Fisheries Technical .
Chuvieco, E; (1990). Fundamentos de la teledetección espacial. Ediciones Rialp. ■