

PROYECTO SCOOOL (STUDENTS CLOUD OBSERVATION ON-LINE): DETERMINACIÓN DE LA NUBOSIDAD DESDE SUPERFICIE PARA VALIDAR DATOS DE SATÉLITE

M^a Amparo SÁNCHEZ ALANDÍ y Ernesto LÓPEZ BAEZA,
Dpt. de Termodinàmica. Universitat de València

RESUMEN

Los científicos utilizan satélites para estimar la nubosidad que hay en la atmósfera terrestre. El objetivo es entender el clima terrestre y el papel que desarrollan las nubes en regularlo. CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*) es un instrumento de teledetección que proporciona dicha información y que necesita su validación para asegurar la fiabilidad de los datos y algoritmos utilizados. El proyecto S'COOL (*Students Cloud Observation On-Line*) involucra a estudiantes de todo el mundo, cuyas medidas de nubosidad desde la superficie proporcionan a la NASA una información de referencia muy valiosa para ayudar en dicha validación.

Palabras clave: CERES, Clasificación de nubes, S'COOL, TRMM, Validación de datos de satélite.

ABSTRACT

Scientists use satellite measurements to estimate cloudiness. Their objective is to understand climate and the role of clouds in regulating it. CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*) is a remote sensing instrument that provides that information and needs validation to assess the reliability of the data and algorithms used. The S'COOL (*Students Cloud Observation On-Line*) Project involves students of all over the world, whose cloud observations from the surface provide NASA with valuable reference information to help in that validation.

Key words: CERES, Cloud classification, Satellite data validation, S'COOL, TRMM.

1. INTRODUCCIÓN

El clima es el estado medio de la atmósfera sobre un determinado sitio o región de la Tierra, referido a una determinada época, y teniendo en cuenta el promedio y las variaciones extremas a que el estado atmosférico se halla sujeto. En las últimas décadas se está estudiando la influencia del hombre en el clima terrestre. Los científicos intentan identificar y entender todos los factores que controlan el sistema climático (tierra, océanos, el Sol, la atmósfera, etc.). En los últimos años, se ha comprobado que la gran variabilidad de la nubosidad influye en el sistema climático de la Tierra. El clima es sensible a cambios de la cobertura nubosa, y dicha sensibilidad es importante para determinar los cambios producidos por el hombre, tales como el incremento del dióxido de carbono en la

atmósfera. La imagen del balance radiativo de la Tierra de la Figura 1 resume los conocimientos sobre los mecanismos de control de la temperatura terrestre.

La energía recibida proviene del Sol, y para que la temperatura de la Tierra no cambie, es preciso que una cantidad equivalente de energía se libere al espacio. La Figura 1 muestra la contribución de las nubes reflejando energía y emitiendo calor. Las nubes pueden además actuar calentando o enfriando la Tierra. Las nubes bajas reducen la temperatura en la superficie y en la troposfera, mientras que las nubes altas pueden provocar un aumento de la temperatura (Fig. 2).

El albedo obtenido para nubes bajas es alto, de modo que la mayor parte de la reflexión de la radiación solar producida por este tipo de nubes explica una gran parte de su efecto de enfriamiento más fuerte. Sin embargo, las nubes más bajas tienen un efecto más débil en la radiación de onda larga que se escapa, puesto que sus temperaturas en el techo son más cálidas, lo cual también explica parte de su gran efecto de enfriamiento.

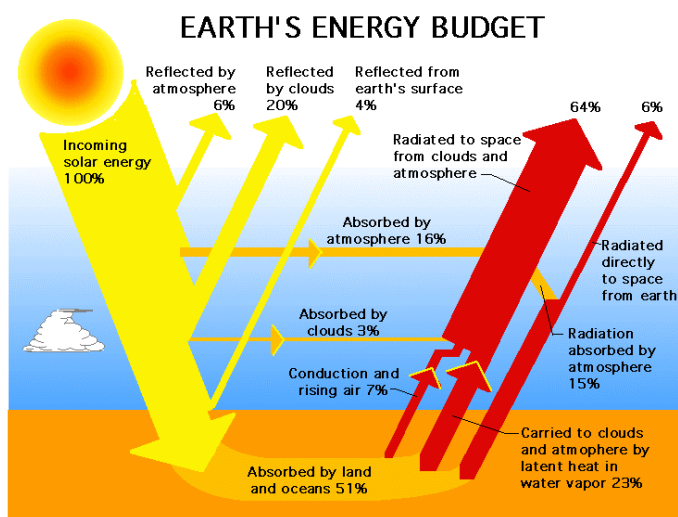


Figura 1. Balance radiativo terrestre

Durante los últimos 10 años, los datos proporcionados por el *Earth Radiation Budget Experiment* (ERBE) han sido valiosos para los científicos que estudian las interacciones entre el Sol, las nubes y la Tierra, y los efectos de estas interacciones sobre el tiempo y el clima. Las medidas ERBE han proporcionado nueva información sobre la radiación en el techo de la atmósfera, aumentando en el conocimiento de los efectos de la nubosidad sobre el clima. Basándose en el éxito conseguido por el ERBE, y como su continuación, se ha desarrollado actualmente el proyecto CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*).

Las actividades industriales y la quema de combustibles fósiles son ejemplos de la influencia del hombre sobre el clima terrestre. Para determinar el modo en que las nubes responden a este tipo de cambios, los científicos necesitan medir continuamente parámetros de nubes desde el espacio y observar como cambian sus efectos netos. Este es el principal objetivo del experimento CERES.

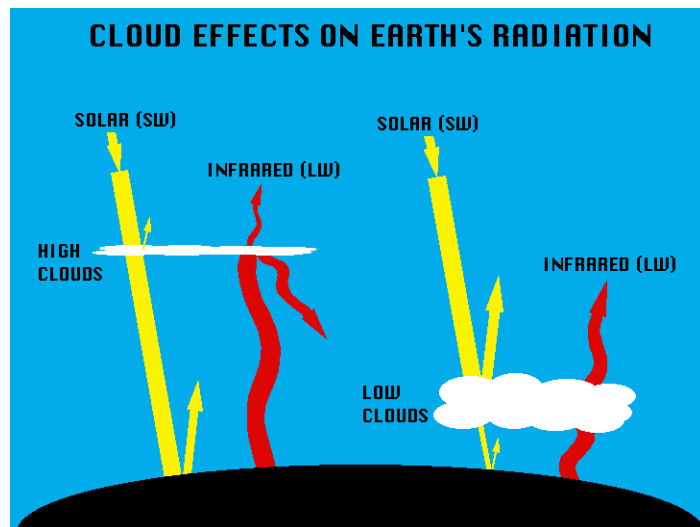


Figura 2. Efectos de la nubosidad sobre la radiación

La determinación de la nubosidad desde el espacio es más que un desafío. Esto se realiza actualmente mediante técnicas de teledetección, capaces de discriminar los diferentes tipos de nubes sobre la variabilidad de la superficie terrestre y del mar. La identificación de la nubosidad desde la superficie es más sencilla, debido a la uniformidad del espacio, pero la visión del sistema es completamente distinta. Ambas formas de observación son realmente complementarias. Esta es la razón por la que en Enero de 1997 comenzó la primera fase del proyecto S'COOL [1], de gran valor para los científicos involucrados en el proyecto CERES [2] de la NASA, quienes disponen, de este modo, de una amplia red de observadores que proporcionan información del tipo y cantidad de nubosidad existente en el preciso instante en el que el satélite pasa por un determinado emplazamiento. En la segunda fase (Abril de 1997) participaron 10 centros de enseñanza en 10 estados de los Estados Unidos, y en Octubre de 1997 (cuarta fase) participaron 30 centros de Estados Unidos y de Europa. Desde Abril de 1998, el proyecto es operacional a partir de una campaña intensiva de validación de datos CERES que se realizó durante dicho mes, después del lanzamiento del satélite TRMM (*Tropical Rainfall Mapping Mission*) el día 28 de Noviembre de 1997 [2]. A mediados de 1998, otro instrumento CERES fue lanzado en la plataforma EOS-AM-1, satélite de órbita polar. Este instrumento ve cada parte del mundo durante al menos una vez al día. Hasta que se lanzó este satélite, el Proyecto S'COOL utilizó datos de NOAA, con una órbita similar. En Marzo de 1999 ya participaban 222 escuelas de 19 países en los seis continentes y en Junio 253 escuelas de 21 países. Los datos de satélite correspondientes a las observaciones de los estudiantes se pueden obtener en la página *web* del proyecto en Internet, de manera que los estudiantes pueden participar también en el proceso de validación.

S'COOL es una oportunidad única que insta a estudiantes, especialmente de secundaria, a investigar y colaborar con los científicos de la NASA, proporcionando un método de enseñanza ameno y poco convencional, pero que consigue un interés creciente en las ciencias del medio ambiente y una introducción e implicación mayor en el método experimental y científico.

2.METODOLOGÍA

Para participar en este proyecto se necesita uno o varios profesores que dirijan a los estudiantes y les ayuden a saber identificar los diferentes tipos de nubes y medir la cobertura nubosa y otros parámetros relacionados con ella, como la altura de las nubes, sus espesores ópticos, etc., así como una serie de factores meteorológicos que detallaremos posteriormente. Dos de los requerimientos más importantes son pues: escoger un lugar adecuado para observar el cielo, libre de obstáculos en los alrededores, y el horario del paso del satélite por las coordenadas geográficas en que se encuentre el emplazamiento. Dicho horario se solicita vía Internet [1]. Las observaciones han de realizarse en el mismo instante en que pasa el satélite por dicho emplazamiento. La precisión temporal es muy importante porque las nubes pueden cambiar en una escala de minutos.

Cuando existe nubosidad, es necesario tener información sobre el espesor de las nubes, es interesante conocer si las nubes dejan o no pasar la radiación solar. Así pues, al realizar las medidas se deberán clasificar en nubes transparentes, a través de las cuales se puede ver el cielo azul; nubes traslúcidas, que son nubes de espesor medio que dejan ver la luz procedente del sol pero no el cielo; y nubes opacas, que son nubes gruesas que no permiten pasar la luz directa a pesar de que la luz puede difundirse a través de ellas.

Otro aspecto importante en la medida de la nubosidad es el de la altura de la nube. Las nubes se clasifican según la altura a la que se encuentran en: nubes bajas, medias y altas. Las nubes bajas son, generalmente, nubes formadas por gotitas de agua, cuya base está por debajo de los dos kilómetros de altitud. Los tipos de nubes bajas son los stratocumulus, cumulus, stratus, cumulonimbus y nimbostratus. La niebla también puede incluirse en esta clasificación. Las nubes medias, según el proyecto CERES, se definen como aquellas cuya base se encuentra entre dos y seis kilómetros de altitud. Hablaremos de altostratus y altocumulus. Las nubes altas son las que tienen la base por encima de los seis kilómetros. Se trata de cirrus, cirrocumulus y cirrostratus. Las estelas de condensación de los aviones son también nubes altas y deben incluirse como parte de la observación.

La fracción de cielo cubierto por nubes es también de gran importancia y se debe considerar en el proceso de validación. En el proyecto S'COOL, la cobertura nubosa se mide en tanto por cien, es decir, para un día despejado se consideraría un intervalo entre 0 y 5 %, para un cielo parcialmente nuboso entre 5 y 50 %, para un día prácticamente cubierto entre un 50 y 90 %; y para un día cubierto tendríamos un intervalo entre 95 y 100 %.

Todas las actividades que realiza el alumno le permiten complementar el aprendizaje de conceptos de Física de la Atmósfera y la utilización de la informática y las herramientas de Internet. También se utilizan instrumentos meteorológicos, como el termómetro, el psicrómetro y el barómetro, puesto que complementariamente, se precisa información sobre otros parámetros como la temperatura, la humedad relativa, el estado de la superficie y la presión atmosférica.

Se requiere información sobre la superficie porque ésta afecta a las medidas de satélite. Por este motivo hay que indicar si existe nieve en el suelo, si los árboles tienen hojas, si el suelo está muy húmedo a causa de una lluvia reciente, o si el emplazamiento se encuentra en ciudad, bosque, terrenos de cultivos, etc. El satélite abarca un área aproximadamente de un kilómetro cuadrado, por lo que se debe describir también el tipo de cubierta dominante en un área de tales dimensiones alrededor del emplazamiento en que se realiza la medida.

Una vez el alumno ha identificado los tipos de nubes, la cobertura nubosa (en tanto por cien), el espesor de las nubes y los parámetros meteorológicos indicados, debe proceder a enviar los datos a S'COOL en un formato predeterminado, bien mediante la página de Internet destinada a tal efecto [1], o bien mediante correo ordinario o fax. Posteriormente, se puede tener acceso a los datos de superficie recogidos en todo el mundo, así como a las imágenes de satélite de infrarrojo y de visible correspondientes a cada zona. Un ejemplo de imágenes AVHRR obtenidas del proyecto S'COOL se muestra en la Figura 3, que corresponde a las imágenes de visible y de infrarrojo del día 2 de Febrero de 1998 a las 14:20 horas.

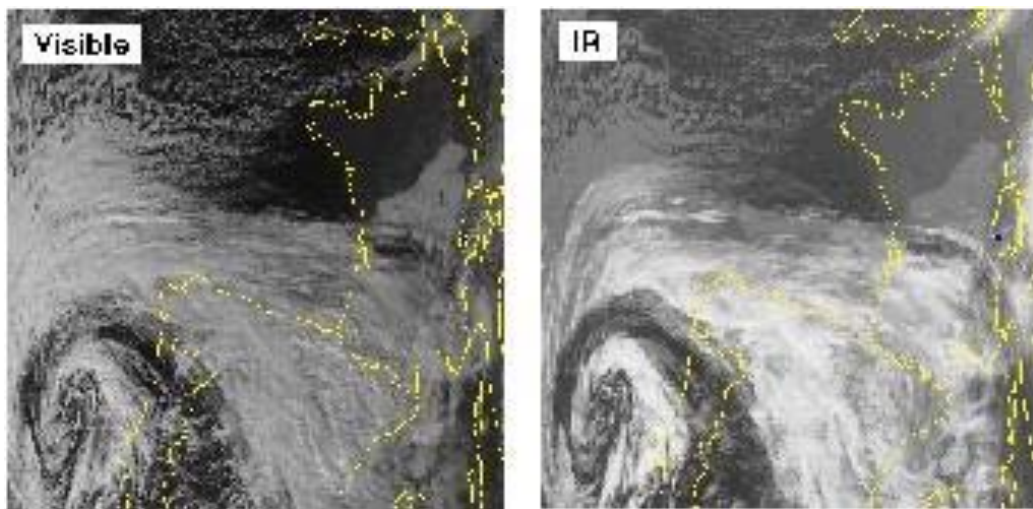


Figura 3. Imagen de AVHRR para el 02/02/1998 a las 14:30 horas.

REFERENCIAS

[1] <http://asd-www.larc.nasa.gov/SCOOOL/>

[2] http://asd-www.larc.nasa.gov/ceres/trmm/ceres_trmm.html

AGRADECIMIENTOS

Además de agradecer a la NASA la posibilidad de participación en el proyecto, deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Juan Carlos Serrano y Vicente Marín por su ayuda con todos los instrumentos meteorológicos.

