

Si las nubes hablaran

HACIENDO BALANCE AL PASO DEL ECUADOR

JOSÉ IGNACIO PRIETO

Ha dado muchas vueltas el Mundo bajo la supervisión y super-visión de la segunda generación de Meteosat (MSG). Las mismas vueltas que sus satélites han trazado en órbita geo-estacionaria, atisbando una región fija y constante de la Tierra. Comenzó tal atisbo con Meteosat-8, gracias a un lanzamiento en segundo intento a finales de 2002 desde la Guayana francesa. Como de costumbre en la ocasión de una puesta en órbita, la tierra tembló y los cimientos del cielo se agitaron cuando un cohete Ariane se elevó y envió un renovado Meteosat a su alta torre de vigilancia sobre el golfo de Guinea. Cuatro satélites idénticos y con buena salud giran hoy a la vez que el planeta sobre distintos puntos de su ecuador, condenados a no ver nunca el otro lado de la Tierra, su hemisferio oculto y *pacífico*.

La comparación de medidas Meteosat en años recientes, en torno a 2018, y anteriormente, en torno a 2005, sugiere que atmósfera y suelo están alterando sus características radiativas en el curso de los transcurridos 18 años de esa segunda generación. El calor emitido al espacio por el planeta y la energía solar absorbida por él resuelven sus pequeñas diferencias actuales con ascensos de temperatura superficial en una gran mayoría de regiones, procurando el equilibrio.

Esa evolución va acompañada de una redistribución de emisiones en la región espectral infrarroja. A medida que el dióxido de carbono (CO_2) incrementa tenaz su presencia atmosférica, los satélites reciben menos radiación en torno a $15 \mu\text{m}$. El gas absorbe energía del suelo y la devuelve disminuida al espacio, mientras refuerza la que regresa al suelo. Así calentado, el suelo se desahoga en el espacio a través de otras longitudes de onda, como $10 \mu\text{m}$, donde la absorción por gases es mucho menor.

Las nubes intervienen en los flujos de energía. La radiación solar contribuye al nuevo equilibrio, en línea con la tímida sugerencia del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en su informe más reciente (1): “El efecto de las nubes es de enfriamiento neto, pero

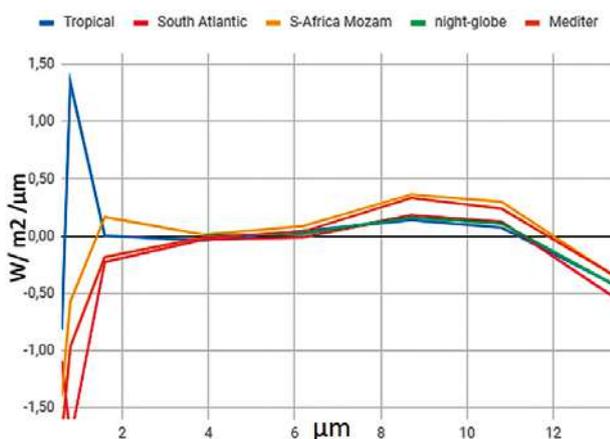


Figura 1: Variaciones en el espectro terrestre medido por Meteosat entre 2005 y 2018.

el signo tras los cambios climáticos no se puede determinar a partir de medidas de radiación solamente.” Aun así, estima en unas décimas de Wm^{-2}/K según modelos el calentamiento superficial derivado de la evolución nubosa.

En las observaciones geoestacionarias, la emisión de radiación térmica al espacio es hoy 1 Wm^{-2} mayor que en 2004, al menos en el área Meteosat, esto es, un orden de magnitud mayor que según el informe. En la figura 1 se aprecia el reajuste en 13 años de la composición de la radiación medida

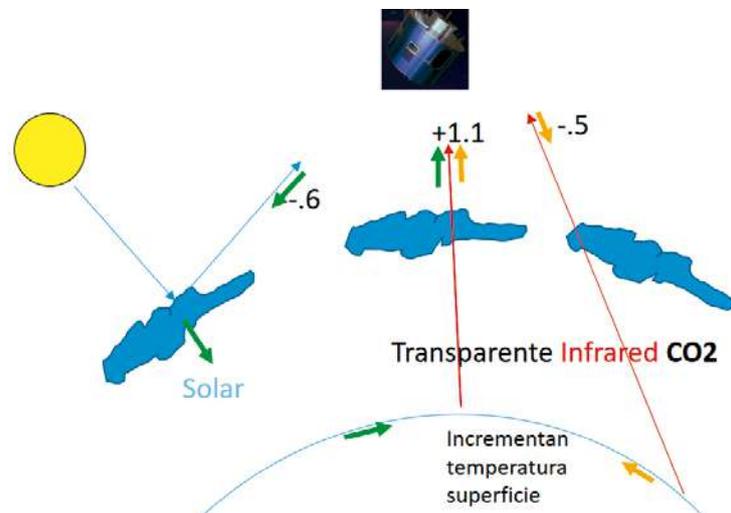
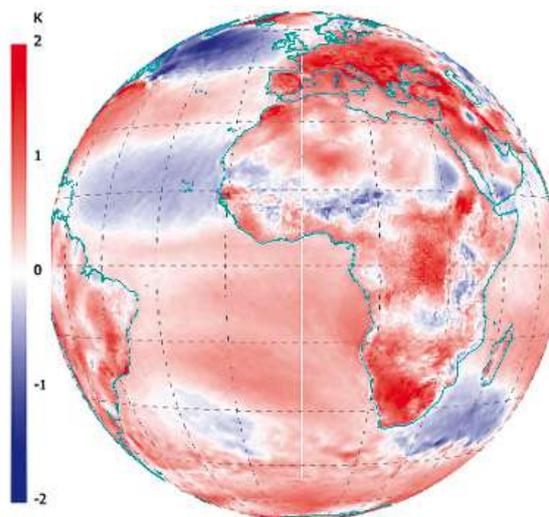


Figura 2: Esquema y valores aproximados en Wm^{-2} para las variaciones recientes en los flujos bajo Meteosat.

por Meteosat. La región espectral de absorción por CO_2 y la solar, ambas por debajo del eje horizontal, calientan la superficie, mientras la región del infrarrojo térmico se fortalece. Es llamativo el alza en $0,6 \text{ Wm}^{-2}$ de la energía solar absorbida por atmósfera y superficies en ese periodo. Junto al CO_2 , un menor albedo planetario contribuye al calentamiento reciente del planeta (figura 2), compatible con una reducción de la cobertura nubosa ya observada en registros de otros satélites.

A la espera de estudios más específicos, por ejemplo con el interferómetro IASI, que explora la atmósfera terrestre más allá del campo visual de Meteosat, queda especular sobre las causas de la creciente absorción solar: una atmósfera más ven-

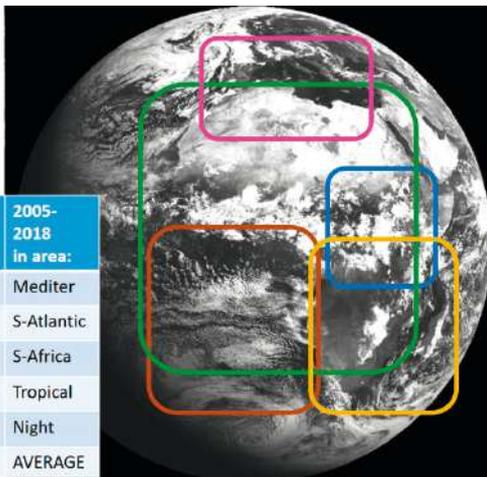
Figura 5: Incremento según ERA-5 de las temperaturas del aire a 2m de altura entre los dos periodos en torno a 2005 y 2018 considerados. Cortesía: Vesa Nietosvaara.



tosa y convectiva que anima la precipitación, acaso más clofrola en los mares, o tal vez la disipación de nieblas. Las sugerencias abundan también según los modelos descritos en el informe: nubosidad desplazada hacia latitudes altas, cam-

Figura 3: Regiones consideradas en el estudio de evolución radiativa.

Solar warming Wm-2	IR cooling Wm-2	2005-2018 in area:
.9	1.2	Mediterr
.9	.1	S-Atlantic
.4	1.6	S-Africa
.1	.1	Tropical
-	.2	Night
.6	.6	AVERAGE



bios en opacidad o en el ciclo hidrológico. Su verificación está pendiente de observaciones.

Dentro del campo visual de Meteosat, las regiones muestran la esperable variabilidad en los datos de enfriamiento o calentamiento (figura 3). La gama de resultados responde a diferentes suelos, tipos de nube e influencia marina, más o menos presentes en cada área. La creciente absorción solar del Atlántico Sur sugiere una cobertura estratiforme en lenta retirada. Allí la temperatura superficial ha crecido con moderación, lo que se aprecia en el débil incremento infrarrojo.

En onda corta vemos (figura 4) zonas de absorción (en rojo) y pérdida radiativa (en cian) a consecuencia de su cambiante albedo. El sur de África y Mozambique ceden ahora más calor hacia el espacio, por lo que es de esperar un próximo fin del calentamiento reciente de más de un grado certificado por los reanálisis numéricos en la región. El área tro-

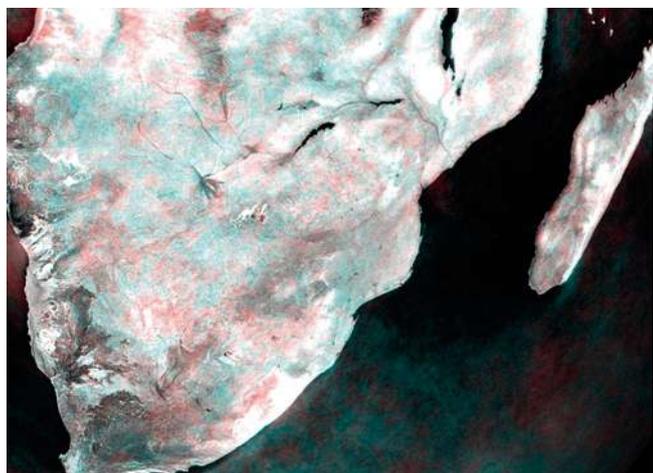


Figure 4: Zonas en el sur de África con pérdida (en rojo) o ganancia de albedo (en cian) para el canal 0.8 μm en el periodo 2005-2018.

pical en torno al lago Victoria, por el contrario, apenas ha experimentado cambio espectral en los referidos 12.7 años.

Las áreas con mayor ascenso de temperatura a 2 m (figura 5) son parecidas a las zonas Meteosat de la figura 3 con mayor incremento del flujo de onda larga, o sea, con mejor refrigeración infrarroja. Es como si una atmósfera acalorada abriera canales en las nubes a la radiación.

Finalmente, la figura 6 ilustra la estacionalidad de los canales SEVIRI utilizados en el estudio de la zona mediterránea. En el curso del año destacan ligeramente las temperaturas de brillo recientes sobre las de principios de siglo. Llama la atención el salto en la temperatura en 6.2 μm hacia junio, para recaer en septiembre, que cabe interpretar para los meses centrales del año bien como elevación térmica, bien como disminución de humedad en capas troposféricas medias.

O será que las nubes se van de vacaciones.

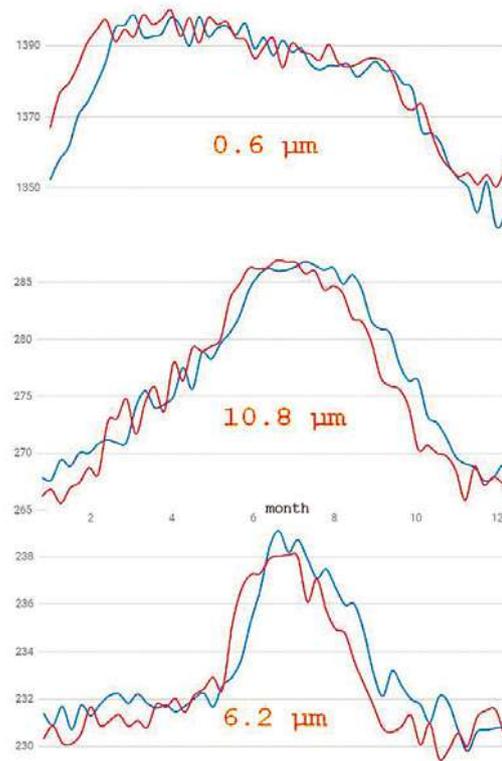


Figura 6: Cambios en el curso del año de las temperaturas de brillo en tres canales de Meteosat sobre el área mediterránea. Comparación entre los años en torno a 2005 (línea roja) y en torno a 2018 (azul). Diferentes espaciados en la escala vertical, en Kelvin.

Enlaces

- Al informe del IPCC (20 Mb PDF): https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter07_FINAL-1.pdf
- Y en particular sobre el efecto en nubes: https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wgl/en/ch2s2-9-2.html