

MUCHO MÁS QUE UNA PUESTA DE SOL

Te presentamos el método que está revolucionando la manera de conocer el estado de nuestra atmósfera: el radio ocultamiento GPS. En esta nota, te contamos cómo se utiliza la información del ocultamiento del Sol, la Luna, y los satélites para obtener información meteorológica.



Por Rocío Seijas

LA IDEA BÁSICA DE UN RADIO OCULTAMIENTO ES OBSERVAR CÓMO LAS ONDAS DE RADIO EMITIDAS POR LOS SATÉLITES QUE SIRVEN PARA HACER FUNCIONAR EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) SE PROPAGAN EN LA ATMÓSFERA.

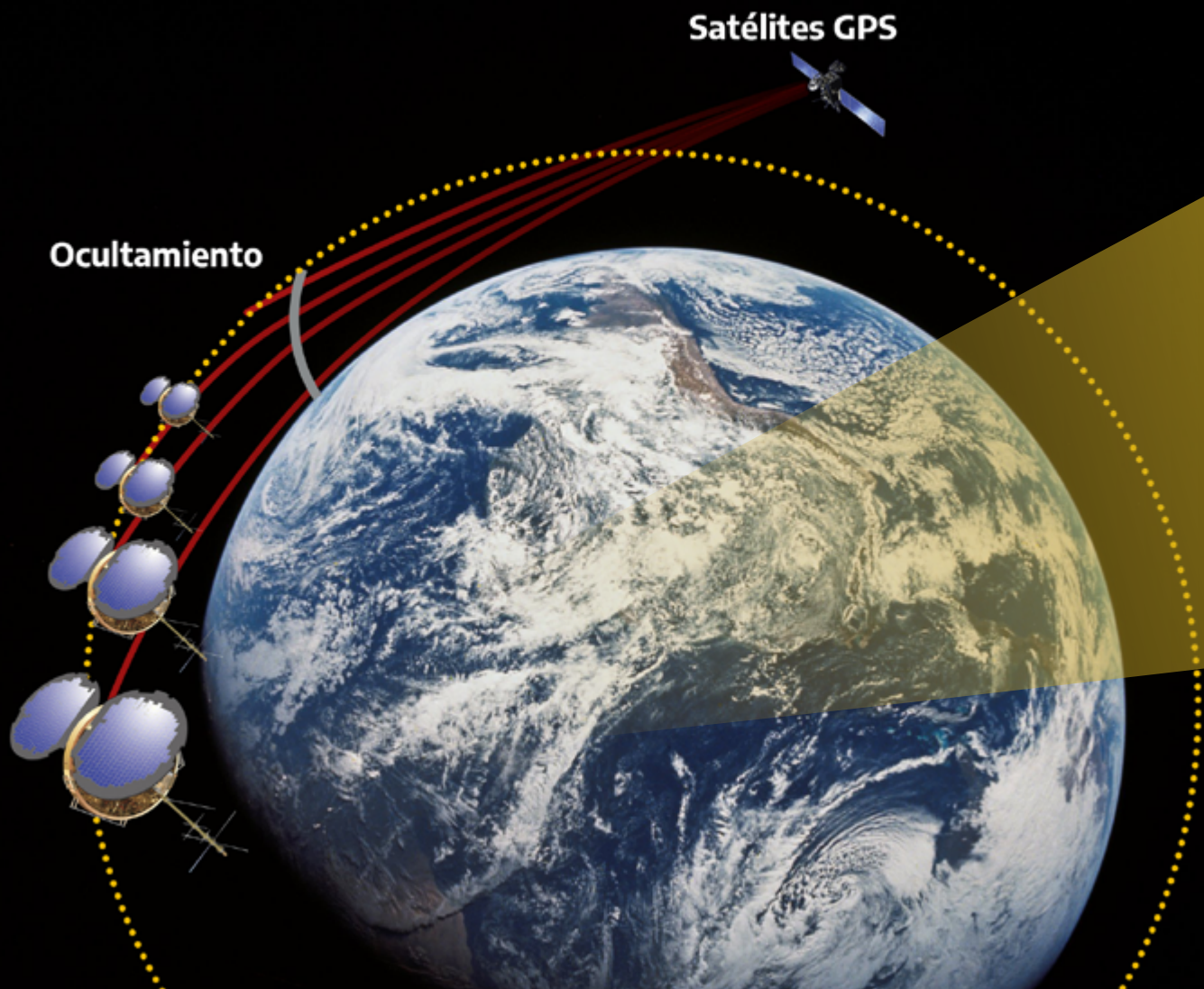
¿Sabías que además de darnos un lindo atardecer, el ocultamiento del Sol se puede usar para obtener algunos datos meteorológicos? El principio del radio ocultamiento satelital sirve para observar la atmósfera terrestre y el clima, aprovechando los ocultamientos bajo el horizonte tanto del Sol, de la Luna y de las estrellas como de los satélites artificiales de órbita baja (LEO, por sus siglas en inglés). En este último caso, se utilizan señales cruzadas entre satélites de baja altura y satélites de gran altura (GPS), o entre satélites GPS y un receptor en tierra.

La idea básica de un radio ocultamiento es observar cómo las ondas de radio emitidas por los satélites que sirven para hacer funcionar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) se propagan en la atmósfera. La trayectoria del rayo está asociada a una onda de radio entre un satélite de baja órbita y un satélite GPS, mientras se están ocultando mutuamente por interponerse la Tierra entre ambos, atraviesa la atmósfera y se desvía debido al espesamiento de la

atmósfera en las capas bajas. El ángulo de desviación del rayo se obtiene a partir de un cambio en el retraso de la señal GPS recibida por el satélite de órbita baja. En resumen, a partir de perfiles atmosféricos verticales y **de un modelo atmosférico, se obtienen indirectamente diversos parámetros: desde temperatura, presión, vapor de agua, aerosoles y agua líquida de las nubes hasta densidad electrónica ionosférica.**

¿ENTONCES, CÓMO FUNCIONA?

El GPS, el que tenemos cargado en el celular y en el auto, fue concebido para, a partir de posiciones familiares de sus satélites, determinar otras desconocidas de un receptor en tierra, mar, aire o en el espacio. La señal GPS está marcada con el tiempo en que es transmitida, de manera que un receptor sincronizado puede determinar lo que tarda en viajar dicha señal. La atmósfera terrestre degrada la señal introduciendo un error



en la determinación de posiciones. Este error, de acuerdo a su propósito original, es aprovechado para obtener información de propiedades de la atmósfera. La exactitud del sistema se basa en el hecho de que la señal está precisamente controlada por relojes atómicos.

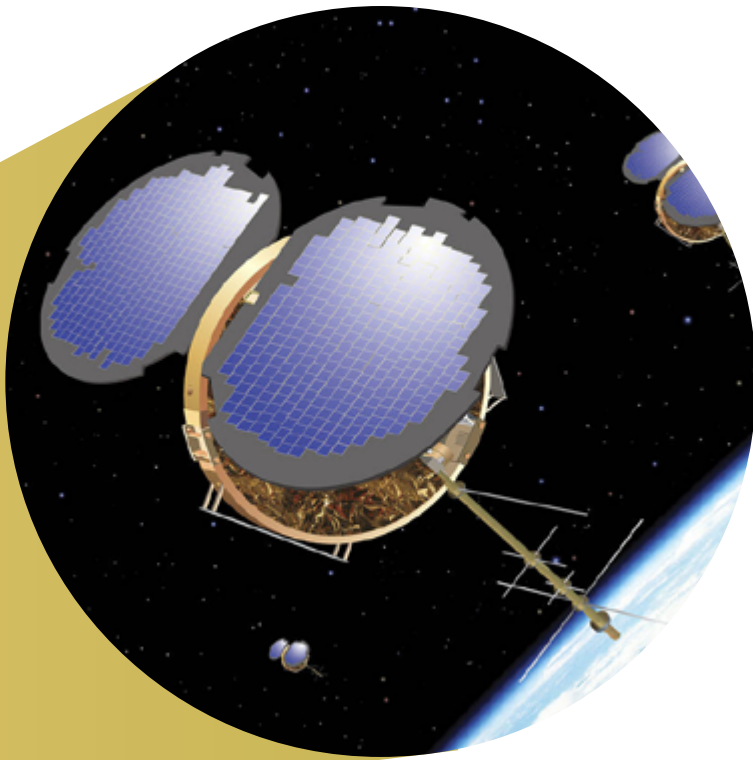
¿DE QUÉ MANERA SE VIENE UTILIZANDO ESTE MÉTODO?

Ahora que ya sabemos qué estamos haciendo con este sistema, no nos queda más que delinear sus usos más recientes, esos que marcarán el futuro de esta técnica. Algunas de sus aplicaciones en la tropósfera demuestran que las observaciones son buenas para resaltar errores o sesgos del modelo numérico de pronóstico del tiempo, ya que la mayoría de las observaciones de radiación satelital requieren correcciones.

También tienen funciones de ponderación más nítidas en la vertical en comparación con las

radiancias y, por lo tanto, poseen buenas propiedades de resolución vertical. Con el radio ocultamiento GPS se pueden “ver” estructuras verticales que están en el “espacio nulo” del satélite, los resplandores. Por eso, a través de esta valiosa técnica podemos probar operadores de observación de refractividad y ángulo de flexión para estimar el contenido de información y la resolución vertical de las medidas.

El radio ocultamiento GPS también se utilizó para generar un estudio, con especial énfasis en Sudamérica y en particular la región de Cuyo, que fue llevado a cabo por diversas instituciones, como la Universidad Nacional de La Plata, la Universidad del Comahue y el CONICET, el Laboratorio Maggia. Gracias a este minucioso estudio, se demuestran patrones climatológicos globales y regionales, obtenidos con datos derivados de esta técnica. Luego, se analiza el efecto de un importante aspecto dinámico en la distribución de energía y cantidad de movimiento en la atmósfera baja y media: las ondas de gravedad interna y, en particular, las ondas de montaña. Según



el trabajo llevado a cabo por el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, se utiliza esta técnica con el fin de obtener una adecuada información de la distribución de ondas en la región de Cuyo. Los datos experimentales de radio ocultamiento GPS y de simulaciones numéricas, a escala regional en la zona de Cuyo y global, provenientes de los perfiles de radio ocultamiento, se complementan mediante simulaciones numéricas.

Si bien los perfiles verticales ya están siendo utilizados, hasta el momento solo se había probado su eficacia para las variables de la atmósfera media y alta. Los resultados obtenidos sobre la tropósfera permiten pensar que **esta técnica es capaz de distinguir, además, procesos meteorológicos promediados en el espacio o en el tiempo**. Mientras tanto, el comportamiento de la humedad en capas bajas queda bien descrito por los perfiles tanto en escala sinóptica como en climatológica y su evolución temporal resulta satisfactoria para ambas escalas.

Pero este no es el único estudio que hay en el país con esta técnica. Investigadores del CONICET e integrantes del Laboratorio MAGGIA, de la Universidad Nacional de La Plata, han desarrollado, probado y puesto en operación un sistema de monitoreo continuo de la atmósfera, combinando observaciones en tiempo real provistas por más de 100 satélites de posicionamiento global. El sistema produce mapas del estado de ionización instantáneo de la capa atmosférica conocida como ionósfera. Los datos satelitales son re-

cogidos por más de 200 estaciones de monitoreo, distribuidas por Centro y Sudamérica, el Caribe, África, Europa y la Antártida, las cuales son administradas por diversas agencias públicas (por ejemplo, por el Instituto Geográfico Nacional de Argentina).

Estos mapas pueden ser utilizados para mejorar la exactitud del posicionamiento satelital con receptores GPS/GNSS, así como también pueden ayudar en el pronóstico del estado de las altas capas de la atmósfera, especialidad conocida como "meteorología espacial" (*Space Weather* en inglés).

De ahora en más, cuando veas un atardecer, o sigas el movimiento de la Luna, también sabrás que nos cuentan mucho más de lo que nosotros soñamos. ¿Dónde nos llevará esta técnica en el futuro? Lo que sí sabemos es que vamos en camino a descubrirlo. ■

Esta técnica es capaz de distinguir, además, procesos meteorológicos promediados en el espacio o en el tiempo.