

Caracterización del clima espacial a partir de registros del Observatorio Astronómico de Madrid (1876-1986)

Autor: Alejandro Jesús Pérez Aparicio
(ajpa@unex.es)

Tesis doctoral dirigida por: José Manuel Vaquero Martínez y María Cruz Gallego Herrezuelo

Centro: Universidad de Extremadura

Fecha de lectura: 25 de octubre de 2019

Son numerosas las razones por las que el estudio del Sol es importante. En primer lugar, porque este astro constituye la principal fuente de energía del sistema climático de la Tierra. Su aporte de energía sustenta multitud de procesos naturales en nuestro planeta y hace posible la vida. En segundo lugar, el Sol es un tipo de estrella bastante común. Por lo tanto, lo que podamos aprender de él es extensible a todas las estrellas de su tipo. En tercer lugar, en los últimos años hay una gran preocupación por asuntos relativos al cambio climático. De modo que conocer la actividad solar de forma suficientemente precisa como para poder evaluar la contribución de nuestro astro al calentamiento global observado en los últimos 150 años es de suma importancia. En cuarto lugar, vivimos en una sociedad que desde hace más de un siglo es totalmente dependiente de los sistemas eléctricos y cada vez lo es más de tecnología apoyada en servicios ofrecidos por satélites. Y estos sistemas son altamente vulnerables a eventos violentos de actividad solar (tormentas solares). Por último, no hay que olvidar que todo ser vivo conforme se aleja de la superficie terrestre pierde protección de la atmósfera y de la magnetosfera terrestres, de forma que queda más expuesto a radiación y partículas energéticas (dañinas para la salud e incluso mortales) controladas fundamentalmente por la actividad solar.

El ciclo de actividad solar tiene una duración media de once años, por lo que el estudio de la actividad solar requiere series temporales que cubran grandes períodos de tiempo (de numerosos ciclos). Sin embargo, la mayoría de series de datos disponibles comienzan en la segunda mitad del siglo XX, por lo que cubren pocos ciclos solares. Por su parte, las manchas solares representan las más antiguas manifestaciones directas conocidas de la actividad solar. Existen registros telescópicos de ellas desde 1610. Por lo tanto, los índices basados en observaciones de manchas solares se extienden atrás en el tiempo varios siglos, siendo los índices de referencia en el estudio de la actividad solar de largo plazo o, como recientemente se ha denominado, "clima espacial". Entre estos índices destaca el número relativo de manchas solares (*Sunspot Number*, SN) con una serie temporal que comienza en 1700, el número de grupos de manchas solares (*Group Sunspot Number*, GSN), cuya serie contiene datos desde 1610, y el área total cubierta por manchas solares (*Sunspot Area*, SA), empezando en 1874. Estos índices están altamente correlacionados con los índices modernos de medida de la actividad solar global, por lo que permiten un seguimiento fiable de la actividad solar con una amplitud temporal mucho mayor que con cualquier otro índice.

Aparte de los anteriores índices, los cuales dan información a escala global del Sol, recientemente se está haciendo un esfuerzo por digitalizar catálogos de manchas solares. Estos muestran información individualizada sobre posición, área y tipología de cada mancha. De esta forma, se puede hacer un seguimiento de cada mancha, día a día, en su recorrido a lo largo del Sol. Esta información es sumamente valiosa para estudios de la dinámica solar (que, entre otros objetivos, tratan de simular el comportamiento magnético del Sol) y, también, para el estudio de regiones solares que fueron fuente de grandes tormentas solares. Estos eventos, en su forma más violenta, suceden con poca frecuencia, por lo que contar con registros que proporcionen información sobre las regiones que los originaron (generalmente grandes manchas solares) es de gran importancia.

En este contexto, durante más de cien años (1876-1986), el Observatorio Astronómico de Madrid hizo un seguimiento de la actividad solar realizando observaciones solares que fueron registradas en publicaciones internas del observatorio. El objetivo principal de esta tesis ha sido digitalizar estos datos para realizar un estudio del clima espacial de los últimos siglos. Con esta finalidad, hemos construido tres series temporales de los índices SN, GSN y SA a partir de los datos registrados en el mencionado observatorio. Posteriormente, estas tres series han sido analizadas y comparadas con otras internacionales, demostrando su fiabilidad. Por último, las hemos hecho disponibles a la comunidad científica internacional en formato electrónico. Los mismos procesos de digitalización, análisis y comprobación de fiabilidad han sido llevados a cabo con dos catálogos de manchas solares para los períodos 1914-1920 y 1952-1986, antes de haberlos hecho disponibles.

El programa de observación solar del Observatorio Astronómico de Madrid no solo se limitó a observaciones de manchas solares, sino que también se realizaron medidas de radiación solar directa a nivel de suelo durante el primer tercio del siglo XX. A este respecto, hemos digitalizado, analizado y seleccionado los valores fiables de esta serie, para después hacerla disponible. Este conjunto de datos puede considerarse una de las tres series de medidas pirheliométricas continuas más largas del primer cuarto del siglo XX en Europa y la única del sur del continente. Con esta serie, hemos analizado la transparencia atmosférica en Madrid para el período 1910-1929, revelando dos tendencias temporales estadísticamente significativas al 95% (un descenso con un mínimo en 1925 seguido de un ascenso) que concuerdan con los períodos recientemente propuestos de "early dimming" y "early brightening" en radiación solar en superficie encontrados en otros lugares de Europa. También en esta serie se ha detectado la influencia de la erupción del volcán Katmai en Alaska en junio de 1912, que redujo los valores de transparencia atmosférica en Madrid hasta febrero de 1914. Por último, mediante la serie de medidas pirheliométricas (I) y el *Sunspot Number* (SN), hemos estudiado la relación entre la actividad solar y la radiación solar que llega a la superficie terrestre. Un primer análisis de regresión entre estas dos únicas variables ofrece resultados físicamente incongruentes. Un segundo análisis, teniendo en cuenta cambios en transparencia atmosférica, muestra una correlación estadísticamente no significativa de I con SN del mismo orden de magnitud que la obtenida en el tope de la atmósfera. De estos resultados se deduce, primero, que el impacto que tiene la variabilidad solar en la radiación solar a nivel de suelo es tan bajo que los factores atmosféricos lo enmascaran y, segundo, que son necesarios análisis muy cuidadosos para no estimar erróneamente este impacto.