

CUANDO EL VIENTO SOPLA

Durante décadas, los científicos han tratado de averiguar cuáles son los mecanismos por los que se produce y se transporta la energía del interior del Sol hacia su superficie (fotosfera), para dispersarse luego por todo el sistema solar (parte de ella nos llega hasta la Tierra en forma de luz y calor). Si bien la radiación y la convección explican el transporte energético hasta la fotosfera, es el magnetismo solar y sus complejas derivaciones particulares en forma de manchas solares, agujeros coronales, ondas, etc., el que explica el calentamiento de las capas externas (cromosfera y corona). En último término, la actividad magnética llega a afectar a nuestro planeta en forma de tormentas magnéticas o auroras (boreales o australes). El Prof. Eugene N. Parker, catedrático de la Universidad de Chicago, formuló hace varias décadas la explicación más válida (y aún vigente) de este fenómeno, es decir, del mecanismo que rige la dinámica y los efectos del viento solar, y hoy está considerado como uno de los pioneros y expertos mundiales en el estudio del magnetismo solar.

Aunque a simple vista no lo parezca, el espacio interplanetario del Sistema Solar está ocupado por partículas de masa reducida pero cargadas eléctricamente. Es comparable a lo que sucede en el caso de la atmósfera terrestre: estamos inmersos en masas de aire con unas características y componentes determinados y que, además, están en constante movimiento e interacción, lo que explica los diferentes fenómenos meteorológicos a nivel global y particular.

A partir de estudios realizados sobre la cola de los cometas, se observó que, en el caso del Sistema Solar, el Sol es fuente continua de partículas cargadas eléctricamente. Desde principios de siglo, se sabía que la cola de los cometas estaba formada por gases y partículas de polvo que escapaban de un núcleo sólido. Teniendo en cuenta el sentido de avance del cometa, cabría suponer que su cola debía extenderse en la dirección opuesta. Pero no fue así: las observaciones indicaban que la cola tiende a orientarse en dirección opuesta al Sol y a desdoblarse.

EL VIENTO SOLAR

En 1951 el astrofísico alemán Ludwig Biermann formuló una hipótesis explicativa según la cual el gas de la cola podía estar ionizado, y sus partículas reaccionaban a la presencia de otras partículas cargadas emitidas continuamente por el Sol cuyo efecto era comparable al desplaza-

miento que produciría en la atmósfera terrestre una ráfaga de viento soplando oblicuamente. Explicaba así el hecho de que los cometas presenten una doble cola, una de cuyas partes estaría compuesta por polvo formando una especie de «rastros» difuso separado de la trayectoria de la otra parte de la cola, formada por partículas de gas que, ionizado por la influencia de las partículas procedentes del Sol, se dispersarían en la dirección cometa-Sol y en sentido opuesto a este último.

Ese «viento solar», compuesto esencialmente por protones, electrones y núcleos de helio, invade todo el Sistema Solar, haciendo notar su influencia sobre la Tierra. Nuestro planeta está circundado por un campo magnético que actúa como «escudo» que nos protege de las influencias externas; pero ese escudo protector puede verse afectado cuando la presión del viento solar es muy intensa, provocando lo que se denominan «tormentas magnéticas». Si esa presión del viento solar persiste (tras sucesivas erupciones solares, por ejemplo), puede suceder que algunas de sus partículas penetren en las regiones polares (donde el campo magnético terrestre presenta interrupciones), desencadenando lo que conocemos por auroras boreales y australes.

El alcance de este viento solar marcaría los límites (aún desconocidos) de la denominada heliosfera, que sería la capa más externa del Sol y estaría formada por plas-

ma (gas caliente ionizado), que se extendería por todo el Sistema Solar.

Pero, ¿cuál es el origen de ese viento solar? ¿Cómo se forma? ¿En qué medida nos afecta? Según el Prof. Eugene N. Parker, quien, en 1958 propuso, por primera vez, una explicación a este fenómeno, «*si bien el campo magnético solar no tiene ningún efecto directo en las condiciones de la superficie terrestre, el viento solar es responsable de las perturbaciones que puedan producirse en los sistemas de telecomunicaciones, transmisión de energía eléctrica, etc. Una ráfaga de viento especialmente fuerte comprime y sacude el campo magnético terrestre, que es el que en sí causa esas perturbaciones.*»

A través de sus estudios de la corona solar, el Prof. Parker planteó el origen del viento solar. Según él, las partículas en esta capa exterior del Sol (fundamentalmente protones y electrones) estarían sometidas a una gran agitación dada la elevadísima temperatura reinante. A medida que estas partículas subatómicas se acercan a los límites de la corona, su energía de agitación térmica supera a la atracción gravitatoria, lo que hace que el Sol proyecte al espacio el plasma a gran velocidad (superior a la velocidad del sonido). Según este modelo, tal velocidad se mantiene más o menos constante hasta alcanzar la Tierra. En su estudio, Parker consideró el viento solar como un fluido cuyo comportamiento respondía a las interacciones entre las partículas y las ondas magnéticas.

ESTUDIOS DESDE EL ESPACIO

La aparición, en los años 60, de las sondas espaciales (Pioneer, Voyager; la serie ISEE, o *International Sun-Earth Explorer*, en la década de los 70), dio un importante impulso al estudio del viento solar (se estudiaron sus irregularidades, las inhomogeneidades de la corona solar y su relación con aquéllas, etc.), confirmando el modelo propuesto por Parker, que sigue siendo la base de su explicación.

Conociendo la densidad y la velocidad con que es proyectado el plasma desde la superficie solar, los científicos pueden estimar la cantidad de materia que nuestra estrella pierde en forma de viento solar: aproximadamente un millón de toneladas de hidrógeno por segundo, cifra que resulta ridícula en comparación con la masa total del Sol (unas 10^{27} toneladas). De mantenerse este ritmo, se necesitarían más de un billón de años para que el Sol perdiese toda su masa; pero eso no ocurrirá, pues nuestra estrella se extinguirá mucho antes, en unos 5.000

millones de años, contrayéndose hasta alcanzar el tamaño de la Tierra y enfriándose definitivamente en lo que será probablemente el fin del viento solar.

Sin embargo, los mecanismos más profundos, los procesos que tienen lugar en las capas más internas del Sol, son aún objeto de controversia. Las series de observaciones solares indican la existencia de ciclos en la actividad solar que varían, según épocas, entre 10 y 17 años, siendo el ciclo de 11 años el valor típico aceptado. Estos ciclos se estudian fundamentalmente a través de la presencia de fenómenos como las manchas solares, las fulguraciones, el brillo solar, etc., que afectan profundamente a las capas más superficiales del Sol y que están estrechamente vinculados a la actividad magnética. Dada la regularidad de estos ciclos, algunos científicos se plantean si son consecuencia de algún fenómeno que ocurre en el interior solar. No obstante, «*ni la regularidad global ni la irregularidad particular del ciclo de la actividad solar nos proporcionan mucha información acerca del interior del Sol*», señala el Prof. Parker. «*La dificultad estriba en que el interior es turbulento y, por tanto, tan complejo que no es aún posible establecer una relación exacta entre los campos magnéticos observados y las condiciones externas. La heliosismología es el estudio que ha proporcionado hasta ahora más información sobre el interior solar, y seguirá haciéndolo en el futuro*», concluye Parker.

El Prof. Parker ha sido testigo de excepción y ha contribuido de forma importante al espectacular desarrollo del estudio del Sol en los últimos 40 años. «*Determinar los múltiples aspectos de la actividad solar, desde el continuo viento solar, la actividad magnética y la emisión de rayos X, hasta la extraordinaria variabilidad de todos estos fenómenos con el ciclo de actividad, especialmente el incremento y las oscilaciones del brillo del Sol según los distintos niveles de actividad*» son, en opinión de Parker, «*los principales avances logrados en las últimas cuatro décadas*».

Con la perspectiva que le da el ser uno de los pioneros en el estudio de la corona solar y los campos magnéticos solares, Eugene Parker piensa que «*quizá sea la física de la variabilidad solar (actividad y brillo) el área donde se está experimentando un mayor desarrollo*». Según este experto, este campo de la física solar «*es especialmente importante porque las variaciones en el brillo parecen ser las responsables de las oscilaciones climáticas entre periodos fríos y periodos cálidos que se han registrado a lo largo de los siglos*».

PERFIL

EUGENE N. PARKER nació en Houghton (Michigan, EEUU), el 10 de junio de 1927. Comenzó su formación en la Universidad Estatal de Michigan, donde se licenció en Ciencias en 1948. En 1951 obtuvo el doctorado por el Instituto Tecnológico de California. Desde entonces y hasta 1955 colaboró con los Dptos. de Física y Matemáticas de la Universidad de Utah; entre 1955 y 1987 estuvo vinculado al Instituto de Estudios Nucleares, al Dpto. de Física y al Dpto. de Astronomía y Astrofísica de la Universidad de Chicago, llegando a ser director de los dos últimos. Entre 1983 y 1986 presidió la sección de Astronomía de la Academia Nacional de Ciencias. Desde 1987 es Catedrático de Física y Astronomía en el Instituto Enrico Fermi de la Universidad de Chicago. Especialista en magnetismo solar, a Eugene Parker se deben los primeros estudios de la corona solar y el descubrimiento de los mecanismos responsables del denominado viento solar. Entre los numerosos reconocimientos a su labor investigadora, destacan el Premio de la Ciencia Espacial del Instituto Americano de Aeronáutica y Astronáutica (1962); Premio George Ellery Hale, de la Sociedad Astronómica Americana (1978); Doctor Honoris Causa de Física y Matemáticas por la Universidad de Utrecht (Países Bajos) en 1986; Premio de la Academia Noruega de las Ciencias y las Letras (1988); Medalla Nacional de la Ciencia de los Estados Unidos (1989); Medalla Karl Schwarzschild de la Astronomische Gesellschaft (1990) y la Medalla de Oro de la Real Sociedad de Astronomía (1992). Eugene Parker es autor de tres libros: *Interplanetary Dynamical Processes* (1963), *Cosmical Magnetic Fields: Their Origin and their Activity* (1979) y *Spontaneous Current Sheets in Magnetic Fields* (1994).



Prof. E. N. Parker

"LAS VARIACIONES EN EL BRILLO PARECEN SER LAS RESPONSABLES DE LAS OSCILACIONES CLIMÁTICAS ENTRE PERÍODOS FRÍOS Y PERÍODOS CÁLIDOS QUE SE HAN REGISTRADO A LO LARGO DE LOS SIGLOS."