

Silvia Bravo*

El Sol se encuentra a 150 millones de kilómetros de la Tierra. Una distancia tan grande que cabrían en ella más de 10,000 Tierras. Es una estrella más o menos joven, de mediano tamaño y de luminosidad mediana, que en el marco general de la población estelar no tiene nada de especial. Sin embargo, a los habitantes de su planeta Tierra su familiar imagen y su regular aparición sobre el horizonte nos hace sentir seguros del mañana y no podemos dejar de considerarlo hermoso.

El Sol como fuente de luz y calor fue reconocido desde muy antiguo, seguramente desde que el hombre adquirió conciencia de lo que le rodeaba. Los antiguos humanos adoraron al Sol como un dios en todas las culturas, conscientes de que sin él la vida sería imposible. Pero el hombre tardó muchos siglos en darse cuenta de que el Sol hace algo más que enviar calor y luz a la Tierra. Hace apenas tres siglos que, gracias a los trabajos en gravitación realizados por Newton, la humanidad aprendió a ver también al Sol como el origen de la fuerza que mantiene a nuestra Tierra y a muchos otros cuerpos celestes en órbita alrededor de él. Sin la fuerza gravitacional del Sol, la Tierra y todos los cuerpos del Sistema Solar escaparían, perdiéndose en los negros confines de un espacio inhóspito. Así, el Sol mantiene unidos a él, girando armoniosamente, a un gran conjunto de cuerpos entre los que están los planetas y sus satélites, un gran número de asteroides y una infinidad de cometas, que juntos constituyen el Sistema Solar.

Desde que Galileo apuntó su telescopio al Sol hace casi cuatrocientos años, éste dejó de ser sólo un objeto mítico o un centro geométrico para convertirse en un objeto físico digno de un estudio científico. El descubrimiento de las manchas solares representó para algunos una desilusión -el

Sol no es perfecto!-. Pero para otros representó un reto a la investigación. ¿Qué son las manchas solares? ¿Cómo se producen? ¿Cómo y por qué evolucionan? El descubrimiento de la gran actividad en la superficie del Sol, la posibilidad de medir su altísima temperatura y observar su campo magnético. La inferencia de la existencia de un gran reactor natural de fusión en su núcleo, y la búsqueda de explicaciones físicas coherentes para los procesos que en él se dan, abrieron para el hombre un bastísimo campo de investigación en el cual todavía hay mucho camino por andar.

Se sabe ya que la actividad del Sol es periódica, teniendo épocas de gran actividad seguidas por épocas de calma en ciclos de aproximadamente once años. La aparición, desplazamiento y final desaparición de las manchas solares son un buen fenómeno indicativo de esta actividad. El Sol, como la estrella más cercana, representa además un botón de muestra de los procesos que se deben estar dando en los miles de millones de estrellas que componen nuestro universo. Y es un gran laboratorio para el desarrollo de varias de nuestras teorías fundamentales del mundo físico.

Para el hombre de hace 30 años, el Sol era un enorme cuerpo masivo que mantenía una gran corte a su alrededor. Un gran horno nuclear lleno de actividad que prodigaba calor y luz y muchas otras formas de radiación electromagnética. La radiación electromagnética que emite el Sol ocupa todo el rango de frecuencias, desde los energéticos rayos gamma, hasta las enormes ondas de radio, pasando por el intervalo de luz visible y los rayos infrarrojos y ultravioleta. Algunas de estas radiaciones son nocivas para la vida, pero nuestra atmósfera nos proporciona una coraza protectora que sólo permite la llegada a la superficie de la Tierra de dos tipos de radiaciones: la radiación visible (la luz) y cierto rango de microondas. El hombre de hace 30 años sabía muy bien esto y se alegraba de vivir en la superficie y de haber pertenecido a

* Investigadora del Grupo de Estudios Espaciales y Planetarios del Instituto de Geofísica, UNAM.

la especie afortunada que generó ojos para ver uno de estos dos tipos de radiaciones y ser favorecido en la selección natural respecto a otras especies que quedaron en tinieblas.

Pero el hombre de hace 25 años ya sabía algo más. Con el advenimiento de la era espacial, los sentidos del hombre pudieron alargarse hacia el espacio. Y aunque no se esperaban mayores sorpresas, la era espacial ha cambiado muy profundamente la imagen que el hombre tenía del mundo que lo rodea cuando sólo lo observaba desde la tierra. Así, hace más de 25 años que el hombre pudo, gracias a sus exploradores espaciales, detectar la existencia del viento solar. Supo que el Sol, además de emitir radiación electromagnética, emite partículas en forma continua. Un velocísimo viento de 400 kilómetros por segundo fluye constantemente por el medio interplanetario, procedente del Sol. Este viento solar no es más que la continua expansión de la corona (la parte más alta de la atmósfera solar) la cual es demasiado caliente para poder ser retenida por el campo gravitacional del Sol. El viento solar, que a la altura de la Tierra tiene una densidad del orden de 10 partículas por centímetro cúbico, consiste principalmente en hidrógeno ionizado, esto es, protones y electrones libres de la unión atómica y mezclados en lo que se conoce como un plasma. Este plasma, un trillón de veces más tenue que nuestra atmósfera, es capaz de transmitir hacia el espacio interplanetario muchas de las características de la actividad solar hasta una distancia mayor que la órbita de Plutón. Su alcance delimita lo que se conoce como heliosfera y su continuo fluir es responsable en gran medida del llamado "clima heliosférico".

Una de las características más impresionantes de este viento solar es su capacidad de deformar y confinar el campo magnético de los planetas que lo tienen, como la Tierra, en cavidades alrededor del planeta, impidiendo su extensión en el medio interplanetario. Estas cavidades, llamadas magnetósferas no pueden ser observadas ópticamente y su descubrimiento y mapeo es posible solamente por medio de mediciones magnéticas "in situ" proporcionadas por vehículos espaciales. Estas magnetósferas sirven a su vez de corazas protectoras del viento solar

que impiden que éste penetre hacia los planetas que las poseen, como es el caso de nuestra Tierra. Júpiter, con un campo magnético 19,000 veces más intenso que el de la Tierra tiene una magnetósfera mucho mayor. Saturno, Urano y Neptuno, tienen también magnetósferas de tamaños intermedios entre la de la Tierra y la de Júpiter. Al pequeño Mercurio se le ha descubierto también una magnetósfera y éstos parecen ser los únicos planetas que las tienen, pues son los únicos que poseen campos magnéticos intrínsecos considerables. En los planetas donde no hay campo magnético importante, el viento solar choca directamente con la parte alta de la atmósfera, como en el caso de Venus y posiblemente el de Marte. Y en cuerpos como los satélites, en particular nuestra Luna, que carecen en general de atmósfera, el viento solar golpea directamente sobre su superficie.

El plasma emitido por el Sol es también responsable de los cinturones de radiación atrapada que rodean a los planetas con campos magnéticos importantes, y que en el caso de la Tierra son dos, llamados, cinturones de Van Allen. Es también el causante de los bellísimos espectáculos conocidos como auroras que llenan de ondulantes cortinas de luz los cielos de las regiones cercanas a los polos. Y es el viento solar también el que define la orientación de las colas que los cometas adquieren al pasar cerca del Sol, las cuales se orientan radialmente hacia afuera a lo largo de su órbita.

Pero no sólo sabemos más del Sol ahora que hemos entrado en la era espacial. Nuestro conocimiento de los planetas mismos también se ha beneficiado con las técnicas que han sido desarrolladas en los últimos 30 años. Hace más de 400 años, Copérnico había ya reconocido al Sol como centro de nuestro sistema y ordenado alrededor de él a los seis planetas más cercanos, Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno, los cuales son observables a simple vista. Urano, Neptuno y Plutón debieron esperar al telescopio para poder ingresar legalmente a la familia. La Luna, reconocida ya como satélite de la Tierra, fue observada por Galileo a través de un lente hace casi cuatrocientos años, descubriendo grandes irregularidades en su superficie, algunas de las cuales se llamaron "mares" por conside-

rarlas cuencas llenas de agua. La Luna fue el primer cuerpo exterior al que se envió un vehículo espacial. Y el único hasta ahora fuera de la Tierra donde el hombre ha dejado su huella.

Ahora sabemos que nuestro satélite es un mundo desolado, sin aire ni agua y aparentemente sin ningún tipo ya de actividad anterior. Sus "mares" son sólo cuencas vacías y su superficie marcada por hondos cráteres y altas agudas montañas, cubierta totalmente de arena, nos muestra un mundo inhóspito donde no pueden existir ni las formas más simples de vida. Con un campo gravitatorio de alrededor de un sexto del de la Tierra, ha perdido su atmósfera y con ello su capacidad de almacenar calor y mantener una temperatura relativamente constante. Debido a esto, la superficie de la Luna se encuentra por encima del punto de ebullición del agua durante el día y su temperatura desciende a 140°C bajo cero durante la noche.

El análisis de las rocas lunares, traídas por los astronautas que han pisado su suelo, revela una composición química y una historia geológica muy diferente a la de la Tierra, por lo que ya no se cree en la posibilidad de que alguna vez haya sido parte de nuestra planeta, como se pensó.

Pero aunque la huella del hombre sólo se ha estampado en la Luna, sus vehículos exploradores han visitado exploradores han visitado ya casi todos los planetas. Ahora resulta posible para un artista mostrarnos una imagen de lo que sería una mañana en algunos de ellos.

Mercurio por su diminuto tamaño y su cercanía al Sol ha sido muy difícil de observar telescópicamente en detalle. Pero cuando el vehículo espacial Explorador X se acercó a él y envió imágenes de su superficie se encontró un mundo muy semejante a la Luna. Seco y sin atmósfera, con cráteres y mares, con temperaturas de casi 400°C del lado día y cercanas a -200°C del lado noche, Mercurio es aún más inhóspito que nuestro satélite. Siendo su período de rotación dos terceras partes de su período de traslación alrededor del Sol, el día mercuriano resulta ser más largo que su año y como su eje es prácticamente perpendicular a la eclíptica, las estaciones en Mercurio se alternan por longitudes y no por latitudes como

en la Tierra.

Venus, la estrella de la mañana que Galileo descubrió que era un cuerpo opaco que sólo refleja la luz del Sol, es, a pesar de su bello aspecto lo más parecido a un infierno. Con una atmósfera de bióxido de carbono sumamente densa con lluvias corrosivas de ácido sulfúrico y tan caliente que el hierro en la superficie está fundido, no sólo impide cualquier tipo de actividad orgánica sino que ha estropeado muy rápidamente el funcionamiento de los vehículos espaciales que se han logrado posar en su superficie. Sólo los Venera rusos han logrado permanecer activos durante un corto período, soportando una presión noventa veces mayor que la de la Tierra y nos han dado a conocer las terribles condiciones ambientales de este planeta que alguna vez fue considerado el gemelo de la Tierra. Sondeos realizados por medio de radar han revelado la presencia de abruptas cordilleras y hondos barrancos y han mostrado que Venus gira alrededor de su eje una vez cada 245 días y en sentido contrario a la Tierra.

Marte, el pequeño planeta rojo, cuyos canales han hecho desbordar la imaginación de los autores de ciencia ficción y han agitado el interés de los científicos, es ahora un mundo bastante conocido. Las misiones espaciales Mariner y Vikingo nos han mostrado muy distinto a lo que sugerían las observaciones telescópicas, aunque con parajes sorprendentemente similares a algunos desiertos de nuestro planeta. Marte es un planeta árido y frío con casquetes de hielo carbónico, sin agua en su superficie ni oxígeno en su ligera atmósfera y poseedor de la montaña más alta que conoce el hombre, con más de 3 veces la altura del monte Everest. Su suelo rojizo, lleno de arenas y pedruzcos se ve azotado por vientos que levantan grandes tormentas de polvo que pueden durar varios meses. Ahora seco y aparentemente estéril se especula que tal vez en el pasado pudo haber tenido condiciones adecuadas para mantener la vida y se plantean posibilidades de volver a convertirlo en un mundo fértil.

Mercurio, Venus, la Tierra y Marte constituyen los planetas terrestres, pequeños y de superficies sólidas, que son los que se encuentran más cercanos al Sol. Mas allá se encuentran los gigantes gaseosos, Júpiter

ter, Saturno, Urano y Neptuno, animados de rápidos movimientos de rotación y cuyas atmósferas están constituidas principalmente de hidrógeno y helio -aunque es posible que posean núcleos sólidos- de tipo terrestre. Las misiones espaciales del hombre (Pioneros y Viajeros) también nos han ayudado a conocer mejor a estos enormes y lejanos parientes.

Júpiter, el hermoso gigante de nuestro sistema solar, que concentra más del 70% de la masa planetaria, ha proporcionado las fotografías más bellas que han resultado de las misiones espaciales. Es el único planeta que tiene una cierta emisión propia, semejante a una estrella y posee una superficie turbulenta y agitada arrastrada por un movimiento de rotación sumamente rápido que hace que un día en Júpiter dure menos de 10 horas. El gran gigante anaranjado presenta tempestades violetísimas y perturbaciones electromagnéticas intensas que descargan en forma de relámpagos y su conocida mancha roja, en el hemisferio sur, no es más que un virulento torbellino cuyo origen aún se desconoce.

Los satélites de Júpiter, visibles casi todos ellos a través del telescopio, revelaron grandes sorpresas cuando fueron observados de cerca por los exploradores espaciales. Io, su satélite más cercano, posee una intensa actividad volcánica que lanza bocanadas de gases sulfurados a grandes distancias; Europa y Calisto, otros dos de los grandes satélites de Júpiter están dando ahora mucho tema de estudio a los geólogos planetarios por sus interesantes configuraciones superficiales. Júpiter tiene además otras lunas pequeñas, como Amaltea, que hacen un total de por lo menos 14, y un anillo tenue, como el de Saturno, que no es visible desde la Tierra.

Saturno, el planeta de los anillos, también nos ha sido acercado por los ojos de los vehículos espaciales. El bello espectáculo que este planeta ofrece a través de un telescopio, es aún superado por una visión cercana que nos muestra la estructura de sus anillos extensos y planos compuestos de infinidad de rocas de hielo. Saturno, un gigante menos grande que Júpiter, parece tener una atmósfera menos turbulenta y es de una densidad tan baja que si se pudiera colocar en un gran estanque todo él flotaría. Tiene por lo menos 10 satélites; el mayor,

Titán, es el único satélite del sistema solar que posee una atmósfera. Esta está constituida principalmente de nitrógeno, como la nuestra, y ha proporcionado tema para especulaciones sobre sus posibilidades de generar vida en el futuro.

Urano, un apesadumado gigante verdoso, poseedor de 5 satélites y unos hermosos aunque tenues anillos, ha resultado una sorpresa al descubrirse que su eje de rotación está casi acostado sobre el plano de su órbita. Más allá, Neptuno; el gigante gaseoso más lejano, es un mundo muy similar a Urano, al cual se le conocen dos satélites y parece también tener anillos. Y finalmente, Plutón, el extraño de la familia, es un pequeño planeta de tipo terrestre que se cree que fue un satélite de Neptuno. Frío y sin atmósfera se encuentra a su vez acompañado por un pequeño satélite y es poco aún lo que sabemos de él.

Es indudable que ahora, el hombre conoce mucho mejor el espacio en el que habita. Sabe que su Sol es sólo una de las miles de millones de estrellas que una galaxia entre las miles de millones de galaxias que pueblan nuestro Universo. Y en búsqueda del conocimiento de su entorno, ha recurrido a su ciencia y a su capacidad técnica, a su valor y pericia, y ha echado mano de todo tipo de posibilidades observacionales por medio de telescopios ópticos, radiotelescopios, laboratorios espaciales, y aún detectores de radiación cósmica, para explorar y comprender mejor la parte del Universo donde le tocó nacer.

Desde los tiempos de la adoración primitiva hasta la época de los ojos electrónicos de los viajeros espaciales, mucho hemos aprendido ya del Sol y su dominio. El enorme ámbito de la familia planetaria del Sol nos es ahora un paisaje familiar y el vasto universo que se encuentra más allá ya no se nos antoja inaccesible. Lo que alguna vez perteneció a la ciencia ficción no sólo nos parece ahora posible, sino que nos resulta familiar. Y algún día tal vez no muy lejano, la casa del hombre se extenderá hacia un espacio que sentimos que ya nos pertenece. Pero podemos estar seguros de que a pesar de nuestro espíritu aventurero, aún durante muchas generaciones más, este hermoso planeta azul seguirá siendo "nuestro hogar en el espacio".

* * * * *