

EUROPA EN EL CAMINO HACIA LOS PLANETAS

Álvaro Giménez

Director de Investigación y Apoyo Científico
Agencia Espacial Europea, ESA

En esta charla pretendo introducir los esfuerzos realizados en Europa para investigar nuestro sistema solar. La Agencia Espacial Europea (ESA) ha sido un instrumento fundamental para canalizar estas actividades y, por tanto, me referiré fundamentalmente a sus aportaciones en este campo.

Durante las décadas pasadas, las principales misiones del programa científico de la ESA se centraron en el campo de la Astronomía, de la comprensión de nuestro universo y sus componentes. En el área de la exploración del sistema solar sólo se había tenido la experiencia, ciertamente exitosa, de la sonda Giotto al cometa Halley. Esta situación cambió en los últimos años del siglo XX y, sobre todo, a partir del comienzo del nuevo milenio con el lanzamiento de una serie de misiones espaciales que han colocado a Europa en una posición relevante en el concierto internacional. Pero parece que la necesidad de adecuar ciclos en la programación científica europea, debido a los escasos recursos existentes aún poniendo distintos esfuerzos en común indica que en los próximos años el tiempo de la astronomía volverá a predominar sobre el del estudio del sistema solar. Es por tanto el momento de explotar la información acumulada con las misiones actuales y prepararnos para el siguiente ciclo que empezará con una misión al planeta Mercurio.

D. Álvaro Giménez Cañete, nacido el 15 de febrero de 1956 en Córdoba (España), es licenciado en Ciencias Físicas, especialidad de Astrofísica, por la Universidad Complutense de Madrid desde 1978. Obtuvo el grado de doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada en 1981 después de estudios predoctorales en la Universidad de Manchester (Reino Unido) y de Copenhague (Dinamarca). Alcanzó una posición permanente como Profesor Titular de Astrofísica en el Departamento de Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid donde estuvo involucrado en la docencia y la investigación astrofísica entre 1982 y 1986. Posteriormente, pasó al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en el Instituto de Astrofísica de Andalucía, en Granada, donde tras algunos años como Científico Titular e Investigador Científico alcanzó el grado de Profesor de Investigación, posición que mantiene en la actualidad.

Pero repasemos con algo de detalle las distintas misiones de la ESA encaminadas al conocimiento de los elementos y la física de nuestro sistema solar. El primer caso ya lo he mencionado. A principios de los años ochenta se diseñó y desarrolló una misión para explorar el cometa Halley mediante una visita a su entorno. En efecto, en el año 1986, hace ahora veinte años, la nave Giotto se encontró con el cometa más famoso de la historia por sus repetidas visitas y tomó las imágenes más cercanas a su núcleo jamás obtenidas. Los resultados logrados por Giotto dieron rápidamente la vuelta al mundo mostrando una emisión de gases con alto contenido de agua desde el núcleo del cometa. La forma porosa y pétreo del mismo permitió el desarrollo de nuevas teorías sobre la formación y evolución de los cuerpos menores del sistema solar. En paralelo, otras naves más alejadas del cometa, desarrolladas por las agencias de Japón y la entonces Unión Soviética ayudaron a la comprensión de Halley y al éxito de la misión. Durante el encuentro con el cometa, la cámara a bordo de Giotto sufrió daños irreparables, pero esto no impidió la utilización del resto de los instrumentos en la investigación de otro cometa, Grigg-Skjellerup en el año 1992.

El siguiente objetivo de la ESA sería la comprensión de nuestro astro rey, el Sol, y la física de las interacciones con la Tierra. Este campo nos acerca al mundo de los planetas ya que el Sol indudablemente domina la vida y evolución de los cuerpos que giran a su alrededor. En 1995 la ESA lanzó, con la colaboración de la NASA, la misión SOHO. Desde entonces, este ingenio espacial ha permitido conocer muchos de los misterios de nuestra estrella. Primero se adentró en la estructura interna del Sol mediante la tecnología conocida con el nombre de heliosismología, por su similitud con las pruebas sísmicas realizadas para conocer el interior de la Tierra. Así, hemos podido conocer la profundidad de la capa convectiva del Sol, la rotación de las regiones interiores y detalles importantes de la física que tiene lugar dentro de nuestra estrella cen-

Durante los años 1991 a 1997 estuvo trabajando en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) donde ayudó a la creación del Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF) y la División de Ciencias del Espacio, los cuales dirigió hasta pasar a Subdirector General Técnico del Instituto (1993) y posteriormente al cargo de Director General (1995). En 1998 es miembro fundador del Centro de Astrobiología (CSIC-INTA) asociado al NASA Astrobiology Institute. Desde 2001, dirige el Departamento de Investigación y Apoyo Científico (RSSD) de la Agencia Europea del Espacio (ESA) en Noordwijk (Holanda).

Su investigación se ha centrado en la estructura estelar mediante la observación y análisis de sistemas binarios eclipsantes, especialmente desde el punto de vista de su comportamiento dinámico. En el campo de la instrumentación espacial ha participado en varios programas científicos y ha sido Investigador Principal de un instrumento a bordo de la misión INTEGRAL de la ESA. Tiene publicados libros especializados y más de trescientos trabajos científicos y ponencias en congresos.

tral. Además se ha podido conocer el comportamiento de la superficie del Sol, la naturaleza de las manchas solares y el papel jugado por los campos magnéticos, las regiones activas y los mecanismos de calentamiento de la corona solar. Los estudios de esta última región externa del Sol se han podido desarrollar mediante técnicas coronográficas a bordo de SOHO, evidenciando lazos y eyecciones de materia así como erupciones y distintas formas de conexión entre los campos magnéticos del Sol y su entorno. De particular interés, por no haber sido predicho al inicio de la misión, ha sido el descubrimiento a lo largo de la vida de SOHO de un gran número de cometas gracias a su coronógrafo y el paso de estos cuerpos menores por las proximidades del Sol. Más de mil cometas han sido descubiertos mediante imágenes de SOHO, casi la mitad de todos los cometas con órbita conocida desde 1761. Además, aproximadamente el 70% de estos cometas fueron descubiertos por astrónomos aficionados gracias a la puesta en el dominio público de la red internet, a través de las páginas de SOHO que contienen todas las observaciones del instrumento LASCO en tiempo real.

La historia de los cometas para la ESA no había terminado con Giotto, o con los descubrimientos de SOHO. Los astrónomos europeos, conscientes de la importancia de los cometas para comprender el origen y formación del sistema solar, fomentaron el desarrollo de una nueva y ambiciosa misión que recibió el nombre de Rosetta por las obvias conexiones entre los cometas y el código de la física y química iniciales del sistema solar. Inicialmente se diseñó con la idea de extraer materia de un cometa y traerla de vuelta a la Tierra para su análisis. Finalmente se desarrolló como una misión que volaría junto al núcleo de un cometa en su aproximación hacia el Sol durante varios meses, y lanzaría un robot para aterrizar y anclarse sobre el núcleo con el objetivo de analizar 'in situ' las características del mismo. Tras arduos esfuerzos, y no pocas dificultades, finalmente se lanzó al espacio Rosetta, desde el puerto espacial europeo de Kourou en la Guayana Francesa, en marzo de 2004. Actualmente, Rosetta está en camino hacia el cometa Churyamov-Gerasimenko al que llegará en el año 2014, tras diez de viaje. El objeto de la sonda es no sólo navegar junto al cometa durante meses y analizar su comportamiento hasta la máxima proximidad al Sol, sino también lanzar un pequeño artilugio que aterrice sobre el propio núcleo del cometa y analice sus características. En el camino hasta su objetivo, a una distancia similar a la del planeta Júpiter, Rosetta realizará varios pasos por la proximidad de planetas para obtener la energía necesaria y podrá explorar dos asteroides en detalle, Steins y Lutetia, pasando muy cerca de ellos, lo que nos permitirá aumentar nuestro conocimiento de estos cuerpos menores del sistema solar que no alcan-

zaron a formar un planeta. Finalmente, llegará al cometa Churyamov-Gerasimenko en 2014. En ese momento empezará la fase fundamental de la misión con el estudio del núcleo y su evolución conforme se aproxima al Sol y, sobre todo, con los experimentos que se realizarán en su superficie y subsuelo.

Volviendo a las propiedades del Sol y su interacción con el entorno terrestre, he de mencionar ahora la misión Ulysses. Esta sonda, en colaboración con NASA, fue lanzada en 1990 y colocada en una órbita muy especial, perpendicular al plano orbital de los planetas. De esta forma nos permite analizar las regiones polares, no visibles del Sol desde la Tierra. Durante los años 1994 y 1995 realizó un primer paso por los polos sur y norte del Sol, en una época de mínima actividad. Posteriormente, en los años 2000 y 2001, realizó un nuevo paso por los dos polos pero durante una fase de máxima actividad solar. Actualmente, Ulysses aún funciona perfectamente y se prepara para su tercera visita a los polos del Sol, la última, en los años 2007 y 2008, con lo que terminará la brillante vida de la misión. Nuevamente se encontrará con una fase de baja actividad del sol pero, esta vez coincidirá en el espacio con otros observatorios como SOHO con lo que se obtendrá información de forma simultánea y se completará una base de datos fundamental para la comprensión del comportamiento del Sol. Hasta ahora se han conseguido analizar los cambios de polaridad de nuestra estrella, las emisiones de materia coronal, las variaciones del campo magnético local y la velocidad y composición del viento solar. Además se han realizado medidas a grandes distancias del Sol, observando la evolución del viento solar en su recorrido, y se han analizado las características del medio interestelar local.

Otras dos misiones espaciales han servido de complemento a Ulysses y SOHO en la comprensión de cómo interactúa el Sol con la magnetosfera de nuestro planeta y se define lo que usualmente denominamos como clima espacial. Cluster fue lanzada en el año 2000 después de un intento fallido anterior. Su nombre proviene de la formación de la misión por un conjunto de cuatro satélites casi idénticos que permiten el análisis del medio alrededor de la tierra en tres dimensiones. La física de estas regiones de plasma en la magnetosfera terrestre ha permitido estudiar situaciones nuevas y avanzar en el conocimiento de las leyes de la magnetohidrodinámica en condiciones reales. En los años 2003 y 2004 se lanzaron dos nuevos satélites en cooperación con la Agencia espacial de China con el nombre de Double Star. Estos nuevos componentes adicionales a Cluster han permitido realizar estudios muy importantes de la magnetosfera como el comportamiento y características físicas de la superficie de choque del viento solar.

Pero centrémonos nuevamente en la investigación de los planetas. En 1997, Europa embarcó en la misión norteamericana Cassini, hacia el planeta Saturno, una sonda con el objetivo de explorar la atmósfera de su mayor satélite: Titán. El interés de este objeto alrededor de Saturno se sustenta en su atmósfera, densa y compleja, que parece representar una atmósfera prebiótica o como podía ser la de nuestro propio planeta antes de la aparición de la Vida. En enero de 2005, la sonda europea Huygens entró en la atmósfera de Titán después de abandonar a la nave nodriza con la que había realizado con éxito el largo viaje hasta el mundo de Saturno. Huygens empezó a descender, desplegando varios paracaídas para frenar su caída y poder tomar medidas e imágenes. Finalmente se posó en la superficie de Titán; un hecho inesperado ya que no se sabía si caería sobre una superficie sólida o líquida. El mundo descubierto superaba cualquiera de las expectativas barajadas. Titán es muy parecido a un planeta como Marte o la Tierra, aunque con una composición química muy diferente. El papel que el agua juega en la Tierra lo cumple el metano en Titán, de forma que incluso a una temperatura muy baja, unos 180 grados bajo cero, se encuentra en forma líquida. Arroyos, lagos, montañas, valles y ríos se pudieron observar por debajo de una atmósfera densa y activa con vientos y lluvias. Sin duda Huygens ha sido un éxito de la investigación espacial europea y de la cooperación con la agencia norteamericana, NASA, pero también una muestra de lo que es posible en el futuro. Nuevas misiones han de mostrar el camino para comprender nuestro vecindario en el sistema solar y la emergencia de la vida en el mismo. Satélites de Júpiter como Europa u otros de Saturno como Encelado, son ejemplos de objetivos por alcanzar. Por el momento, la aventura de Huygens representa el sitio más lejano en cuya superficie la humanidad ha logrado colocar un instrumento.

Quizás la mayor visibilidad de los esfuerzos europeos en la exploración de nuestro sistema solar se haya logrado con la nave Mars Express. Este proyecto se inició como un intento de recuperar las inversiones realizadas por los científicos europeos en la misión rusa Mars 96 y que, lamentablemente, terminó con un lanzamiento fallido. Rápidamente se realizaron los estudios y los desarrollos necesarios para enviar una misión propiamente europea y en el año 2003 tuvo lugar el despegue hacia el planeta rojo. A finales de año se alcanzó Marte y se soltó una sonda, desarrollada por grupos principalmente británicos, para posarse en la superficie del planeta, medir sus condiciones físicas y, sobre todo, buscar restos de vida pasada. Desgraciadamente, la sonda llamada Beagle 2 no pudo comunicar con la Tierra y se tuvo que dar por perdida después de semanas de intentos sin éxito. A cambio, el satélite espacial Mars Express permanecía en órbita alrededor del plane-

ta y proporcionaba cantidades enormes de datos científicos, desde las mejores imágenes tridimensionales, o los elementos de su superficie, hasta propiedades químicas, la identificación de hielo y agua o componentes de gran relevancia en su atmósfera. En los últimos meses incluso se están obteniendo datos del subsuelo mediante las observaciones de un instrumento de tipo radar que está analizando regiones hasta ahora inalcanzables para el hombre. Es indudable que Marte representa uno de los objetos más atractivos de nuestro entorno y su exploración no terminará con Mars Express o la serie de misiones de NASA y otras agencias. La ESA ha decidido iniciar un programa de exploración específico con Marte como objetivo prioritario al que enviará una nueva misión, con el nombre de ExoMars, y el objetivo de colocar un laboratorio en la superficie del planeta que permita analizar las condiciones que prevalecen allí, con un énfasis particular en las de contenido biológico. Es decir, ExoMars intentará culminar lo que Beagle 2 no pudo llevar a cabo con medios más ambiciosos y nueva tecnología.

Por otro lado, el programa científico de la ESA ha intentado ir desarrollando las tecnologías necesarias para navegar por nuestro entorno del sistema solar. Con este objetivo se diseñó la misión Smart 1, pequeña misión para la investigación tecnológica avanzada. En esta ocasión se trataba de probar métodos de navegar por el sistema solar mediante propulsión eléctrica. En el mismo año 2003 en que se lanzó Mars Express, tuvo lugar la puesta en el espacio de Smart 1 y se había decidido acertadamente que si había que navegar tenía que ser para llegar a algún sitio; y se eligió ir a la Luna. Ahora la Luna se ha puesto de moda como un objetivo para la investigación y la exploración pero a finales del siglo pasado esto no era evidente y fue sin duda una muestra de visión a largo plazo. Tras un largo viaje, en el que se pudieron realizar todas las pruebas tecnológicas necesarias, a principios de 2004 se llegó finalmente a nuestro satélite natural y se inició la misión científica propiamente dicha. Los resultados de las primeras observaciones fueron tan exitosos que, aunque sólo se había previsto una duración de seis meses, se extendió la misión por un año más. La vida de la Smart 1 terminó al agotarse el combustible con la colisión en la superficie de Luna en 2006, que pudo ser observada desde telescopios en la Tierra. A lo largo de su vida se obtuvieron unas 20.000 imágenes de la superficie lunar, mostrando relieves desconocidos y regiones polares o de la cara oculta que han constituido una base de datos imprescindible para las próximas misiones a nuestro satélite hermano. Además se han realizado medidas de composición química y caracterización de la superficie e incluso el polvo de la Luna que facilitarán el desarrollo, no sólo de futuras misiones sino también de posibles estaciones lunares de exploración.

La última misión de la ESA en el marco de la exploración del sistema solar se diseñó para investigar el planeta más cercano a nosotros y aun tremendamente desconocido: Venus. Aprovechando los desarrollos de la comentada y exitosa misión Mars Express se inició en 2002 una reutilización de la misma plataforma adaptándola a unas condiciones ambientales diferentes. Así nació Venus Express, que se lanzó al espacio en 2005 y se insertó en órbita alrededor del planeta en la Semana Santa de 2006. Actualmente está funcionando de acuerdo con las expectativas y proporcionando datos esenciales para la comprensión de la peculiar atmósfera de Venus. Sus instrumentos no sólo analizarán la circulación del viento y la estructura de la atmósfera sino que también permitirán cierto acceso a la superficie del planeta.

Pero, ¿qué ocurrirá en el futuro? Ya mencioné al principio de esta charla el cambio a un ciclo dominado por las misiones de astronomía, pero esto no implica el olvido de nuestra exploración del sistema solar. El siguiente planeta en el punto de mira es lógico: Mercurio. Las misiones desarrolladas han permitido conocer lo que llamamos planetas de tipo terrestre como Marte, Venus o la propia Tierra, así como grandes satélites de tipo similar, tales como la Luna o Titán. El único que queda por explorar es el más próximo al Sol: Mercurio. La idea es ahora desarrollar una misión a Mercurio con el nombre de Bepi Colombo, en cooperación con la agencia japonesa del espacio. Constará de dos satélites, uno para estudiar el planeta en sí, su superficie, composición química e incluso el subsuelo. El segundo satélite, en el que participa con mayor peso la agencia espacial japonesa, se dedicará al estudio de la magnetosfera de Mercurio y su conexión con el Sol. Los planes actuales prevén que los dos satélites sean puestos en camino hacia Mercurio en el año 2013.

Por otro lado, el Sol seguirá siendo un objeto prioritario para los científicos europeos y tenemos la previsión de lanzar en el 2015, como muy tarde en 2017, la misión denominada Solar Orbiter, que continuará los trabajos de SOHO pero acercándonos más a la estrella, llegando al punto de colocarse muy próximo a la co-rotación con el Sol y pudiendo así analizar durante sesiones largas, de forma continuada, fenómenos superficiales de especial interés para conocer mejor la física solar. Además, Solar Orbiter se desviará del plano orbital de los planetas permitiendo medir variaciones con la latitud, adentrándonos en los efectos de la rotación diferencial, esencial para comprender su comportamiento y evolución.

Antes de terminar este repaso por las distintas misiones actuales y futuras en que se han embarcado los europeos para el estudio de nuestro sistema solar, quisiera recordar los esfuerzos realizados con otras misiones no diseñadas inicialmente con ese propósito pero que han per-

mitido avances muy importantes. La primera misión a recordar es la conocida HST, o Hubble Space Telescope, lanzado por NASA en 1990 con el trasbordador espacial y que ha permitido obtener imágenes de gran resolución de los planetas y sus satélites, desde Marte en nuestra vecindad hasta Urano y Neptuno en los confines del sistema solar. Por ejemplo, mediante imágenes HST se han podido caracterizar los anillos existentes alrededor de Urano, que no se limitan al caso de Saturno. En los planetas gigantes como Júpiter y el propio Saturno, se ha podido estudiar la presencia del equivalente de las auroras boreales terrestres, producidas por la colisión de partículas energéticas en un campo magnético intenso. En cuanto a la formación de estrellas, dando lugar en paralelo a la formación de planetas, los avances han sido proporcionados por misiones puramente europeas como ISO, el observatorio espacial infrarrojo, que permitió el estudio de componentes moleculares complejos y la detección de agua en distintas formas en los sitios más inesperados del universo.

Otro aspecto nuevo ha sido el descubrimiento creciente de planetas extrasolares, es decir, girando alrededor de otras estrellas distintas del Sol. HST permitió el análisis de algunas propiedades de estos planetas, incluyendo la composición de sus atmósferas, pero sobre todo dos nuevas misiones europeas proporcionarán grandes cantidades de datos sobre estos mundos desconocidos. En primer lugar COROT, que se lanzará al espacio dentro del año 2006, es una misión liderada por la agencia espacial francesa con participación de la ESA que analizará la luz de las estrellas con una precisión sin precedentes, permitiendo repetir el experimento de heliosismología que SOHO aplicó en el caso del Sol a estrellas distintas. Pero además COROT empleará esta facultad técnica para analizar estrellas de tipo solar a la búsqueda de pequeñas disminuciones de luz producidas por el paso de un planeta enfrente del disco estelar. Este fenómeno se ha comprobado con observaciones desde tierra que tiene lugar en planetas extrasolares pero COROT permitirá detectarlos de forma sistemática y, posiblemente, descubrir planetas similares a la Tierra que hasta ahora han permanecido inobservables. En este campo, el siguiente paso será la misión de la ESA conocida con el nombre de GAIA, que se lanzará a finales de 2011 y medirá las características y movimientos de mil millones de objetos astronómicos. La precisión en la medida de los movimientos reales y aparentes de las estrellas será tan alta que permitirá analizar en todos los cuerpos cercanos la presencia de planetas a su alrededor gracias a los efectos gravitacionales producidos en la estrella central.

Sin duda, las próximas décadas mostrarán el camino trazado por los europeos en su exploración del sistema solar. Volveremos a Marte y tra-

taremos de continuar la investigación de los planetas de tipo terrestre, así como adentrarnos en el mundo de los gigantes. Además, los planetas extrapolares, sus propiedades y la comprensión de su formación, claramente en contradicción con lo que esperábamos, serán materia del máximo interés. Entre los objetivos específicos identificados está la detección de pruebas de la existencia de vida fuera de nuestro planeta y el estudio de las condiciones en que dicha vida puede emerger y consolidarse. Estos recibirán sin duda una atención prioritaria.



“De izda. a derecha, el General D. Javier Aparicio, D. Francisco Oltra, Director de la RSEAPV, D^a Esther Enjuto, Secretaria Ejecutiva del 57 Congreso Internacional de Astronáutica, y el profesor D. Álvaro Giménez, en los momentos previos a las conferencias.”

