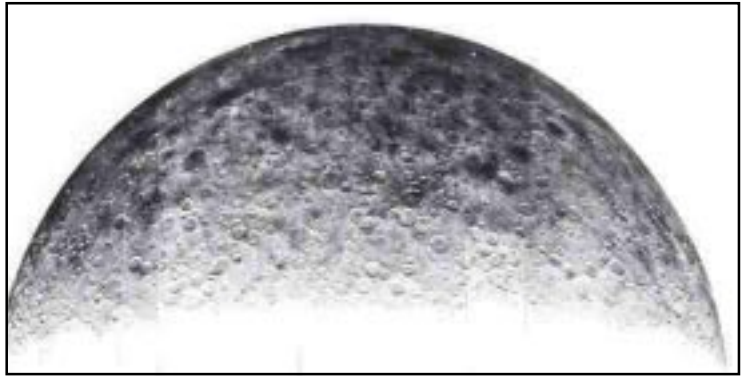


# CRÁTERES EN EL SISTEMA SOLAR

## MERCURIO

Por Angel Ferrer  
Coordinador Sección Planetaria

**M**ercurio es el planeta mas interior del sistema solar. Siempre esta próximo al sol y presenta un diámetro muy pequeño. Su observación es muy difícil. Desde la Tierra solo se aprecia un diminuto disco, con fases como la Luna y apenas algunas sombras en su cara iluminada. Casi todo lo que sabemos de su superficie se lo debemos a la única nave espacial que lo ha sobrevolado en 3 ocasiones: el Mariner 10. En la década de los 70, fotografió casi el 50% de su superficie. Presenta un notable parecido con la superficie de la Luna. Se ha puesto nombre a numerosos accidentes de su superficie. Entre los cráteres hay algunos con nombres de españoles, incluso de la Safor. ( Fig 1)



Mercurio recibió este nombre de los romanos por el mensajero de pies alados de los dioses ya que parecía moverse mas rápido que ningún planeta. Lo asociaban con el dios romano del Comercio, Mercurius, identificado con el griego Hermes. Con la misma raíz, merx, mercis, derivan numerosas palabras: comerciar, mercantil, mercado, supermercado, hipermercado, mercader, marketing, etc. En la antigüedad, cada uno de los días de la semana se relacionaba con un cuerpo celeste y al día de Mercurio, dies mercurii, evolucionó a mercuris en el latín vulgar y de ahí a nuestro miércoles. En el siglo XV los alquimistas asociaron los siete metales principales a los siete cuerpos celestes. El oro se relacionaba con el sol, la plata con la Luna, el cobre con Venus, el hierro con Marte, el estaño con Júpiter, el plomo con Saturno (la intoxicación por plomo se sigue llamando saturnismo), y el azogue con Mercurio y por eso hoy

se llama mercurio al azogue. Al metal nativo extraído tal cual de la naturaleza, lo llamaban plata viva (argentum vivum) que en el actual castellano se ha perdido pero no en otros idiomas como el inglés (quick silver), alemán (quecksilber), sueco (kvicksilver) etc. Si el metal lo extraían del mineral cinabrio le llamaban Hydrargyrum que significa lo mismo pero en griego: hidor = agua y argyros = plata y de ahí el símbolo químico del mercurio: Hg. Bueno pero dejemos este rollo historico-etimológico y vamos a la astronomía.

Mercurio es el planeta mas cercano al sol. Nunca se aleja mas de 27 grados. Solo se puede observar de día, poco antes del amanecer o poco después del ocaso, cuando el sol esta justo por debajo del horizonte. En esta situación la luz tiene que atravesar mucho espesor de atmósfera y con turbulencias. Los mejores telescopios solo pueden ver un pequeño

disco de hasta 12 segundos de arco. Se distinguen difícilmente algunas regiones mas oscuras. La situación cambió radicalmente con el sobrevuelo de la nave Mariner 10. Envió miles de fotografías del 50% de superficie en la década de los 70 y no sabemos casi nada mas de este peculiar planeta. No hay previsto estudiarlo con otros vuelos y los telescopios en órbita como el Hubble se arriesgan a enfocalo pues dañaría la cámara por la proximidad de sol. Así que lo único que sabemos son los parámetros orbitales y los datos proporcionados por el Mariner. Vamos a ver las características mas importantes de Mercurio que nos ayudará a comprender la superficie que presenta, toda ella acribillada de cráteres.

La rotación del planeta es de 58.6462 días. Su periodo orbital es de 87.969. Lo que significa que corresponde a una relación de 2 a 3. Antiguamente se pensaba que por su proximidad al sol, sucedía como a la Luna, que siempre presentaba la misma cara. Si estuviéramos en Mercurio veríamos como desde el ama-

ce hasta el cenúsculo, ta da 176 d as te est es. Es mas la go un d a que un a o de Mercurio. Esta circunstancia es única en el sistema solar. Este dato, que nada tiene que ver con la formación de cráteres en su superficie, si que nos explica el motivo por el cual el Mariner 10 fotografiase solamente la mitad de su superficie.

Con el Mariner 10 la NASA experimentó una nueva técnica de alcanzar el objetivo consistente en aprovechar la deflexión gravitacional de la nave provocada por la atracción de un planeta. La finalidad es utilizar un lanzador menos potente que el necesario para alcanzar el objetivo directamente. Es una técnica que actualmente se utiliza en casi todas las misiones. El Mariner se dirigió inicialmente a Venus y se aproximó lo suficiente (5.800 km. de su superficie) para modificar notablemente su trayectoria. Tras el paso por detrás de Venus la velocidad heliocéntrica disminuyó y pudo dirigirse hacia Mercurio. Gracias a la elección particularmente feliz de los parámetros balísticos, se establece una triple resonancia entre las órbitas de la nave, Mercurio y el Sol. Después de su primer encuentro con el planeta, la nave queda en órbita del Sol con un periodo justamente de dos veces el periodo de revolución de Mercurio. Cuando pasan 2 años de Mercurio se encuentra de nuevo con la nave, en la misma situación con respecto al Sol. Como el planeta gira 3 veces exactamente alrededor de su eje cuando efectúa 2 rotaciones alrededor del sol, al encontrarse de nuevo con la nave espacial, pre-

senta la misma región de su superficie. Debido a esta peculiaridad de las órbitas, El Mariner 10 sobrevoló en 3 ocasiones el planeta fotografiando las mismas regiones, con unas condiciones de iluminación prácticamente iguales.

El Mariner 10 fue lanzado desde Cabo Cañaveral el 3 de noviembre de 1973. (Fig 2). La nave pesa 503 kg de los cuales 29 kg corresponden a combustible. Medía 1.39 m de diagonal con una profundidad de 45 cm. Sus dos paneles solares miden 2.7 por 0.97 m. y la antena que emite y recibe toda la información mide

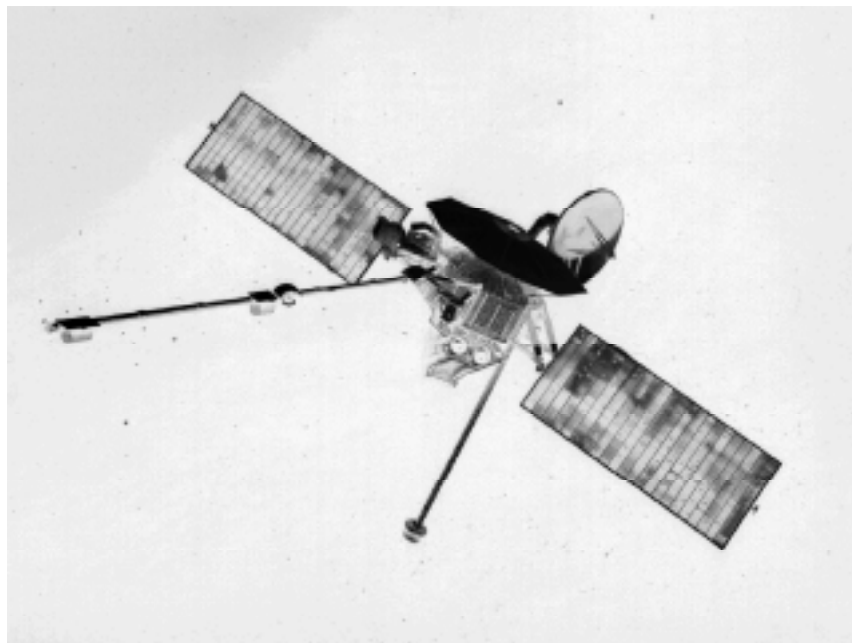


figura 2

1.37m. El 5 de febrero de 1974 pasó a 5.800 km. de la superficie de Venus modificando su trayectoria. Sobrevoló por primera vez Mercurio el 29 de Marzo de 1974. Los dos siguientes pasos fueron el 21 de septiembre del mismo año y el 16 de Marzo de 1974. En el primer encuentro se aproximó a 756 km. de su superficie, el segundo lo hizo a 48.069 km. y el tercero a solamente 327 km. Después de esta tercera aproximación dejó de ser operativo pero sigue en órbita al sol.

No debemos olvidar que la Mariner 10 no estaba en órbita de Mercurio sino del Sol y tuvo que aprovechar unos pocos minutos de aproximación para fotografiarlo. En el primer sobrevuelo el diámetro de Mercurio lo recorrió en escasamente 6 minutos, se acercó hasta 756 km., pero a la hora se encontraba a más de 50.000 km. de distancia.

En el magnífico artículo de Jose Lull del número anterior comentamos las futuras exploraciones por vía espacial de cometas y algún asteroide. Bueno pues a Mercurio esta prevista ninguna. Mercurio

interesa. Es muy parecido a la Luna y poco aprovechable. Así que tendremos que conformarnos durante bastantes años con la información proporcionada por el Mariner 10. Recientemente se habla de dos proyectos con alguna probabilidad de ir adelante. El proyecto MPF y el Hermes. El Proyecto Mercury Polar Flyby (MPF) incorpora un espectrometro de neutrones,

un radar de polarización dual y cámara fotográfica. Su objetivo sería fotografiar toda la superficie y detectar la presencia de hielo en los polos. Esta previsto que tendrá numerosos encuentros con Mercurio únicamente cuando éste se encuentre en el afelio. El proyecto Hermes es un orbitador de Mercurio.

Como vimos en capítulos precedentes los cráteres están e fu ción del objeto que impacta, cometas asteroides y de las características de planeta: presencia o no de atmósfera, actividad geológica o tectónica de placas y erosión superficial. A a i-

ce mos estos pa ámet os.

La órbita de Mercurio es muy excéntrica y emplea solamente 88 días en recorrerla. A esa distancia del sol, se traslada a una velocidad orbital media de 47.88 km./seg. (la Tierra «solamente» a 30 km./seg).

Cualquier objeto situado a esa distancia del Sol tendrá una velocidad parecida. El impacto con Mercurio será con mayor velocidad que en la Tierra. Ya vimos que el diámetro del cráter está en función de la energía cinética que presente el cometa o asteroide, y que ésta depende de la masa y del cuadrado de la velocidad. Por tanto, un cuerpo con la misma masa al tener mayor velocidad originará en Mercurio un cráter mayor que en la Tierra.

Menos de 1/5 de los asteroides que atraviesan la órbita de la Tierra, atraviesan también la de Mercurio. Pero la confluencia de sus órbitas sucede en espacio de volumen relativamente pequeño lo que incrementa la probabilidad de impacto. La gravedad de Mercurio es menor que la Tierra y atrae con menos intensidad. Por el contrario la velocidad de Mercurio y de los asteroides, dada la proximidad al sol, es mayor. Sumados los efectos nos encontramos con que la frecuencia de impactos por unidad de área es en la superficie de Mercurio aproximadamente la mitad que en la Tierra.

Un tercio de los cometas que cruzan la órbita de la Tierra, también cruzan la de Mercurio. Dado que el volumen es menor, se ha calculado que la frecuencia de impactos de origen cometario es aproximadamente un 30% mas alto que en la Tierra.

Si consideramos los impactos mayores de 20 km. de diámetro que se producen por millón de km<sup>2</sup> de superficie y mil millones de años en los

distintos planetas te est es nos encontramos con:

	Origen Asteroidal	Origen Cometario	Total
Mercurio	1.9	1.6	3.5
Venus	3.5	(1.3)	3.5
Tierra	3.5	1.2	4.7
Luna	3.5	1.5	5.0
Marte	7.2 aprox.	0.6	8 aprox.

En cuanto a las características propias del Planeta nos encontramos con la casi ausencia de atmósfera. Es cierto que se ha detectado un finísima capa atmosférica constituida por átomos de hidrogeno, helio y oxígeno, y algo de sodio y potasio. Esta tenue atmósfera no impide el impacto de ningún cuerpo y por tanto es de suponer que existan cráteres de tamaño muy pequeño. Tampoco es previsible que produzca fenómenos atmosféricos capaces de erosionar la superficie.

La gravedad es mayor que en la Luna. Vimos que en esta, se forman con relativa frecuencia cráteres secundarios, por la caída de los fragmentos despedidos tras el impacto. En Mercurio sucede lo mismo pero la caída se produce antes y por tanto la superficie afecta es menor.

Mercurio nació hace unos 4.500 millones de años y pronto formo una delgada capa de corteza. (al ser pequeño tiene mucha superficie y poco volumen en comparación con otros planetas). En aquella época sufrió el impacto de numerosos y enormes meteoritos que penetraron en su frágil corteza liberando ingentes cantidades de lava (lo mismo que el resto del sistema solar). Después de un periodo de intenso bombardeo, la lava corrió por la superficie del planeta y recubrió la antigua corteza. Después la frecuencia de impactos fue mucho menor y es en ésta época cuando se formaron las llanuras intercráteres. Luego Mercurio se enfrió. Su núcleo se contrajo dando lugar a la rotura de la corteza y agrie-

tando su superficie. Posteriormente se formaron los cráteres billares con radios, que al igual que la Luna son recientes. Es de suponer que en Mercurio exista una superficie parecida al regolito de la Luna.

En Mercurio descubrimos la existencia de vulcanismo activo. Si lo hubo, debió extinguirse hace varios miles de millones de años. Tampoco se conoce tectónica de placas. Esto significa que los cráteres permanecerán indefinidamente en su superficie. Hay que destacar que en la superficie de Mercurio se han encontrado una serie de estructuras lineales, que cruzan el planeta en varias direcciones, formando una especie de cuadrícula. Algunas miden varios cientos de kilómetros de longitud y una altitud de 2 km. No está muy claro su origen pero se atribuye a un enfriamiento del núcleo del planeta que originó una reducción de su diámetro con la consiguiente disminución de superficie y aparición de múltiples fallas. Algunas de estas fallas cruzan cráteres, lo que significa que son posteriores al cráter.

Casi todo lo que sabemos de la superficie de Mercurio se lo debemos a la misión Mariner 10. Nos envió unas 2.000 fotografías con una resolución efectiva de 1.5 km. Aproximadamente la misma que teníamos de la Luna vista desde la Tierra con un buen telescopio. Como hemos visto, solo se fotografió menos de la mitad de su superficie. La cara «oculta» de Mercurio no sabemos que sorpresas depará. Las imágenes son muy parecidas a la Luna: los elementos más abundantes de su superficie son los cráteres de impacto y las llanuras intercráteres. (Fig 3)

Hay cráteres simples y compuestos, con varios anillos concéntricos dependiendo del tamaño. Hay también unos pocos cráteres con radios

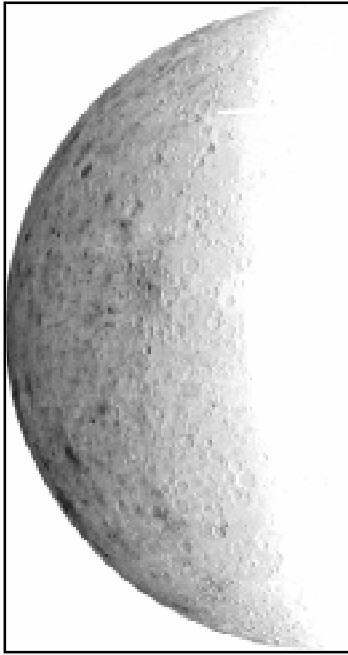


Figura 3

que indica su juventud. Los cráteres tienen las mismas estructuras que comentamos en la Luna. Las fotografías son muy parecidas a las que vimos en la luna (y mas con la calidad de la fotocopia).

De todos los cráteres destaca con mucho un «monstruo» llamado Caloris ( Fig 4) que tiene un diámetro de 1.300 km. de diámetro. (Recordemos que el diámetro de Mercurio es de 4.880km.). Dada una estimación del número de impactos que colisionan con el planeta por unidad de tiempo, indica que tiene una antigüedad de unos 3.600 millones de años. Fue causada por un cuerpo de 100 km. de diámetro. Dio lugar a anillos montañosos concéntricos con alturas de 3 km. de altura y enviaron sus eyecciones hasta los 600 -900 km. de distancia. Posteriormente el cráter se relleno de lava. La colisión fue tan violenta que la onda sísmica que provocó, agrietó la superficie del extremo opuesto del planeta. En los antípodas de Caloris se aprecia una región con terrenos caóticos, con colinas y fracturas (Fig 5).

Gran parte de la superficie de Mercurio está cubierta por llanuras. Muchas de ellas son viejas y están cubiertas de cráteres, pero algunas son más jóvenes y están menos craterizadas. Se han clasificado en llanuras intercráteres y llanuras suaves. Las primeras están saturadas de cráteres y éstos tienen un diámetro inferior a los 15 km. Se formaron cuando ríos de lava sepultaron el terreno antiguo. Las llanuras suaves tienen menos cráteres y se encuentran alrededor de la cuenca Caloris.

En las fotografías que envió el Mariner se ven numerosos cráteres y fallas. Los humanos tenemos la manía de ponerle nombre a todo lo que nos rodea. Con los cráteres de Mercurio no iba a ser menos. Hemos «bautizado» unos 240 cráteres. La mayoría con diámetro superior a los 50 Km. El más pequeño con nombre mide 13 km. y se llama « Hun Kal» que como sabéis en lengua Maya significa 20 ( ¿o no lo sabíais?). En la Luna hay un batiburrillo de personajes ilustres, sobre todo de astrónomos, escritores y

<http://www.flag.wr.usgs.gov/USGSFlag/Space/nomen/nomen.html>.

Veamos los más destacados:

Escritores y poetas: Balzac, Boccaccio, Giovanni, Byron, Cervantes, Ruben Dario, Charles Dickens, Dostoevskij, Jose Echegaray (Nobel español de Literatura), Gustave Faubert, Goethe, Homero, Horacio, Víctor Hugo, March Ausias (¡¡¡ Si... es él !!!), Mark Twain, Juan de Mena, Moliere, Ovidio, Petrarca, Shakespeare, Tolstoi., Zola.

Músicos: J.S. Bach, Bela Bartock, Beethoven, Brahms, Chaikovskij, Chopin, Dvorak, Handel, Haydn, Listz, Mahler, Mozart, Mussorgskij, Puccini, Ravel, Schubert, Verdi, Vivaldi, Wagner.

Arquitectos y escultores: Bernini, Callicrates, Fidias, Praxiteles, Rodin.

Pintores: Botticelli, Cezanne, Degas, Delacroix, A. Durero, Giotto (Pintor italiano), Goya, Matisse, Miguel Angel, Monet, Rafael, Renoir, Rubens, Tintoreto, Van Gogh, Velazquez.

Otros: Imhotep (sabio egipcio), Kuiper (astrónomo 1905-73).

He puesto los que me sonaban más. Hay también muchos escritores y músicos japoneses, indios, persas.

Los españoles son: (Fig 6)

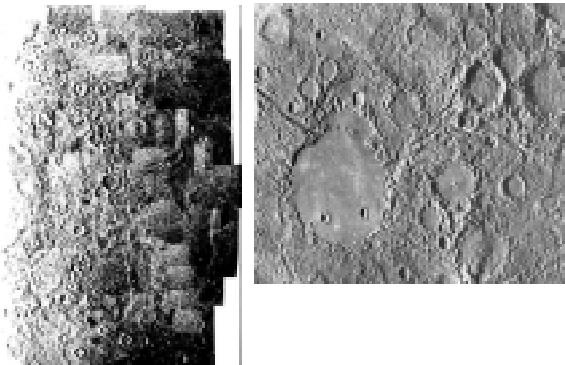


Figura 4 y 5

grandes personajes históricos. En Mercurio han querido homenajear a escritores, músicos, poetas y pintores. Hay también algunos españoles. Si alguien está interesado en la lista completa, con las coordenadas, diámetro y referencias de imágenes puede contactar con la A.A.S. o bien en la página web:



Nombre	tamaño (Km.)	Latitud	Longitud	Comentarios
Miguel de Cervantes:	181	74S	122W	Escritor
Jose Echegaray	75	42 N	19 W	Escritor. Nobel de Literatura.
Francisco de Goya	135	7 S	152W	Pintor.
Juan Mena	52	0.2 S	124W	Poeta (1411-1456)
Ausias March	70	31N	175 W	«» Spanish (Catalan) poeta (1397-1459)»»
Diego Velazquez	129	37N	53W	Pintor.

En la cara no fotografiada de Mercurio, quizá tengamos algún cráter reservado para nosotros. Por último comentar dos datos curiosos de este planeta:

- Por radar se ha detectado la posibilidad de hielo de agua en los polos. Se explica por zonas sombrías en la profundidad de los cráteres, de la misma forma que en la Luna. Esperemos que si se aprueba el Mercury Polar Flyby nos de la respuesta.

- Inestabilidad de la órbita: Parece que el sistema solar a largo plazo es caótico. Mercurio al tener una órbita inclinada y bastante excéntrica esta sometida a las perturbaciones de Venus y es posible que dentro de varios miles de millones de años salga disparado fuera del sistema solar.

En el siguiente capítulo de Cráteres del sistema solar comentaremos los descubiertos en Venus. Si queréis ampliar los datos aportados consultad con las páginas Web:

- The Nine Planets.: <http://seds.lpl.arizona.edu/billa/tnp/>

- Views of the solar system:

<http://www.hawastsoc.org/solar> (esta en Español).

