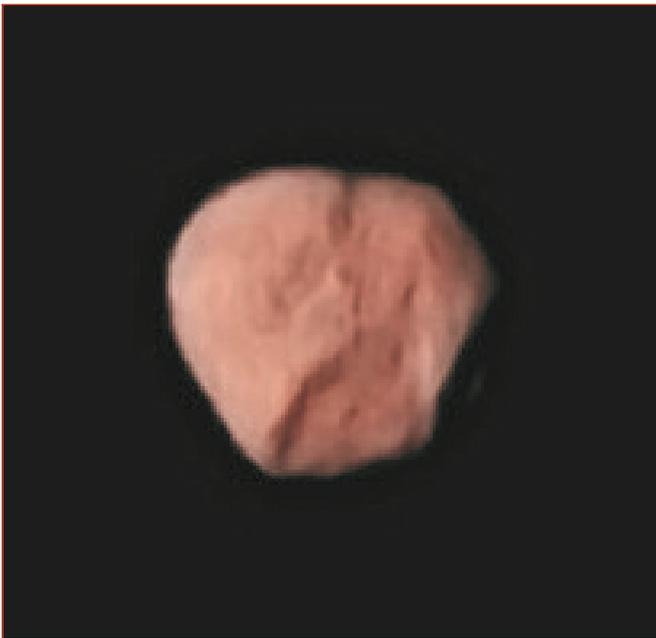


Lunas planetarias (V): Nereida y Proteo

Jesús S. Giner

Coordinador de la sección de Planetaria

jsginer@gmail.com



La única imagen en color de Proteo, la segunda mayor luna de Neptuno, realizada por la sonda Voyager 2 el 25 de agosto de 1989 desde una distancia de 146.000 kilómetros. La resolución, de unos 4 km por píxel, permite apreciar rasgos varios superficiales. Su forma, bastante alejada de la esfera, le da un aspecto de poliedro irregular, como una caja cuadrada ligeramente deformada. (NASA/JPL, Ted Stryck)

En esta quinta entrega de la serie de artículos que dedicamos a algunas de las lunas más desconocidas y peculiares del Sistema Solar, visitaremos a dos de las más lejanas: Nereida y Proteo, que pertenecen al sistema de Neptuno. Descubiertas en tiempos recientes, poseen características tan singulares que han dejado desconcertados a los astrónomos planetarios.

-Descubrimiento y exploración

Desde que fue descubierto el primer satélite de Neptuno, Tritón, apenas un par de semanas después de que se detectase el propio planeta (en septiembre de 1846), pasó más de un siglo hasta que fuera posible vislumbrar el siguiente. Esto no es nada raro, dado que se trata de un mundo situado a 4.300 millones de kilómetros de la Tierra. A esa distancia, e incluso con los mejores telescopios de principios del siglo XX, era prácticamente imposible observar nada más. Si Neptuno poseía otras lunas, o bien estaban muy lejos del planeta o tan cerca que su resplandor impedía contemplarlos.

Gerard Kuiper, prestigioso astrónomo y padre de la planetología moderna, fue el encargado de descubrir la pequeña nueva luna del planeta acuoso, el 1 de mayo de 1949, analizando las placas fotográficas que había realizado el gran telescopio reflector de 2,08 metros (llamado posteriormente *Otto Struve Telescope*) del observatorio McDonald, en Texas (EE.UU.). En las placas, detectó el movimiento de un débil objeto ([figura 1, página siguiente](#)) y, al conseguirse más observaciones se pudieron ir determinando alguna de sus características más básicas. La luna fue llamada Nereida.

Por otro lado, tras este notable hallazgo (teniendo en cuenta que Nereida tiene una magnitud de 18,7), pasaron exactamente 50 años más hasta que fue posible detectar alguna otra luna de Neptuno. Y, para ello,



Figura 1: fotografía de Neptuno (abajo, a la izquierda) y su luna Nereida (el círculo rojo, arriba), realizada por Maurizio Berti en septiembre de 2020, con un reflector Newton de 200 mm de diámetro. Incluso con instrumentos de aficionado dotados de tecnología moderna, y con tiempo de integración de 20 minutos, la sola observación de esta elusiva luna es realmente complicada. Su magnitud suele rondar la 19ª. (Maurizio Berti, <https://www.astrobin.com/users/maurizio1992/>)

se necesitó enviar una sonda espacial que pasara por las cercanías del mundo gigante. La sonda Voyager 2, en efecto, sobrevoló el sistema de Neptuno el histórico día 25 de agosto de 1989, y en unas pocas horas recabó más datos e información que toda la obtenida desde que se vio el planeta por vez primera en la Tierra, casi un siglo y medio antes.

Una de las consecuencias de este rápido pero memorable paso de la Voyager 2 por Neptuno fue el descubrimiento inmediato de seis nuevas lunas, que se sumaban a Tritón y Nereida: Náyade, Talasa, Despina, Galatea, Larisa y Proteo. Estos últimos seis satélites son los más cercanos al planeta gigante, de modo que poseen una órbita más interna que la de Tritón (figura 2). De todos ellos, el mayor y más lejano al planeta es aquel último.

Proteo se detectó gracias al examen de imágenes de la Voyager 2 obtenidas aún dos meses antes de que sobrevolase Neptuno. La primera de las nuevas lunas descubiertas fue precisamente Proteo, justo 40 años después del descubrimiento de Nereida. Se le

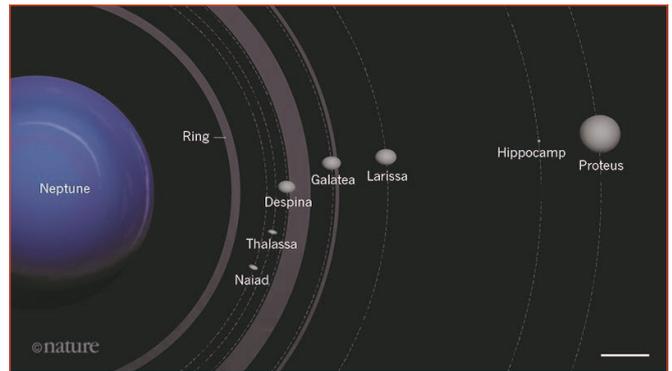


Figura 2: esquema con la ubicación de los satélites internos de Neptuno descubiertos por el Voyager 2 a su paso por las cercanías del planeta en el verano de 1989. Como se ve, cinco de esas lunas se distribuyen en las inmediaciones de los anillos; solo Proteo, la mayor de ellas, está más alejada. Hipocampo, una pequeña luna descubierta en 2013 por el HST, orbita entre esta y aquellas. (Nature)

asignó provisionalmente la denominación de S/1989 N 1 (que significa el primer satélite de Neptuno descubierto en 1989; *Despina*, por ejemplo, llevó el S/1989 N3, y *Náyade*, el S/1989 N6, etc.). El hallazgo fue anunciado el 7 de julio, y el 16 de septiembre recibió finalmente su nombre definitivo.

-Nombre

La denominación que el propio Gerard Kuiper propuso en 1949 para la nueva luna en su artículo de descubrimiento, publicado en la revista *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, era la de Nereida. Obviamente es un nombre que deriva del genérico nereidas, es decir, las ninfas del mar en la mitología griega, e hijas de Nereo, el *Viejo del Mar* por antonomasia. Fue una propuesta aceptada por la IAU, dado que encajaba a la perfección con los nombres de los otros cuerpos del sistema, Neptuno y Tritón.

Por su parte, el hallazgo de la familia de lunas menores por parte de la Voyager 2 obligó a seguir la misma senda y se les dieron nombres de divinidades asociadas al mar o a ninfas acuáticas; la mencionada *Náyade*, por ejemplo, toma su nombre de las *Náyades*, ninfas de la mitología griega relacionadas con el agua dulce (fuentes, pozos, manantiales, arroyos y riachuelos). En el caso de

Proteo, se trata de un dios del mar, una de las varias deidades que Homero llama en *La Odisea* 'anciano hombre del mar'; pero no se trata de Nereo, sino de un hijo divino del propio Nereo con la oceánide Doris.

-Órbita

Una de las mayores sorpresas al estudiar la órbita de la gran luna Tritón fue comprobar que era retrógrada, el único satélite grande de todo el sistema solar con esta peculiaridad. Sin embargo, las extrañezas orbitales de las lunas neptunianas no terminaban aquí; en efecto, la propia Nereida ostentaba un récord extraordinario: su órbita resultó ser una de las más excéntricas de todo nuestro sistema planetario, ya que se acercaba a un punto mínimo de Neptuno (el *perigeo*) de 1,4 millones de kilómetros, mientras en su punto más alejado se distanciaba hasta los 9,7 millones de kilómetros (figura 3). Además, mostraba una notable inclinación de la órbita con respecto al plano ecuatorial de Neptuno en unos 32° (todos los satélites internos, incluyendo a Proteo, carecen de inclinación y de excentricidad). El periodo orbital de Nereida es de 340 días.

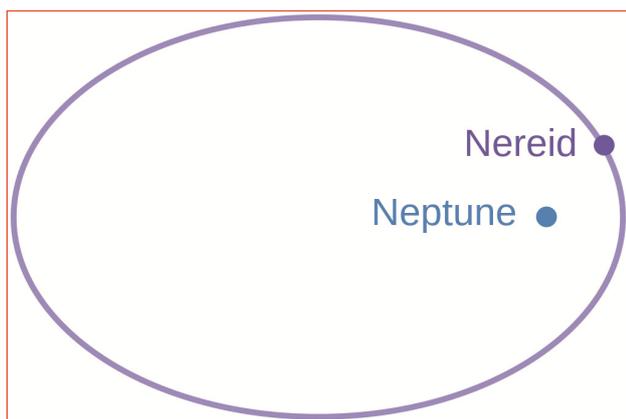


Figura 3: la extremada excentricidad de la órbita de Nereida con respecto a Neptuno se muestra aquí gráficamente. No hay otra luna de moderadas dimensiones con una excentricidad mayor en todo el sistema solar.

-Naturaleza y origen

Precisamente estas características orbitales tan impropias, tanto de Tritón como de Nereida, llevaron a los planetólogos a pro-

poner explicaciones que involucraban alguna catástrofe cósmica acaecida en el pasado. En particular, su órbita inusual sugiere que Nereida podría ser en realidad un asteroide capturado por Neptuno, o tal vez un objeto transneptuniano. También existe otra posibilidad, la de que Nereida fuese en otro tiempo una luna situada en el interior del sistema de Neptuno, y que Tritón, al ser capturado por el planeta, desestabilizara a la pequeña luna y perturbara su órbita hasta arrojarla lejos y dejarla con la excentricidad mostrada. Las nuevas lunas en el planeta gigante, tanto las detectadas por el Voyager 2 en 1989 como las más recientes, se ubican todas ellas a respetable distancia de Tritón, como sería de esperar si esta fuese una luna capturada que, con su gravedad, hubiera barrido a las demás lunas de sus respectivas órbitas.

El análisis de algunas propiedades de la superficie de Nereida sugirió a los científicos, a finales del siglo pasado, que era muy similar a la de dos satélites de Urano (Umbriel y Oberón), y que por el contrario era casi única entre los objetos menores en el sistema solar exterior (posteriormente sí se han hallado cuerpos parecidos). Esta singularidad apoya la idea, ya adelantada por P. Goldreich en 1989, de que Nereida fue en origen un satélite propio de Neptuno y que la captura de Tritón fue la responsable de sus características actuales. De ser este extremo cierto, Nereida podría constituir el único superviviente de la familia de satélites regulares originales de Neptuno, que fueron expulsados del sistema por Tritón.

Por otra parte, como resultado de una serie de simulaciones numéricas, se cree que uno de los satélites menores, descubierto en 2002, *Halimede*, manifiesta una alta probabilidad de impacto con Nereida. Esto, sumado a las semejanzas superficiales entre ambos, indica, en efecto, que Halimede podría ser un fragmento de aquella, despedido a consecuencia de otro choque entre Nereida y un objeto desconocido.

En un artículo publicado en el ya leja-

no año 1992 en *Icarus* por Don Banfield y Norma Murray, se examinaba la profunda implicación que tuvo en la familia de lunas de Neptuno la captura de Tritón. Según ellos, tras esta captura, la luna poseía una órbita muy alargada, tanto que provocó perturbaciones caóticas de las excentricidades de los satélites internos originales de Neptuno. Fueron estas excentricidades las que, al poco tiempo, dieron como resultado colisiones mutuas y la autodestrucción de los satélites internos, que dejaron en torno al planeta un disco de escombros. Por tanto, señalaban los autores, los satélites actuales probablemente sean restos de satélites originales que se destruyeron incluso después de la captura de Tritón.

Únicamente cuando la órbita de Tritón se volvió circular y más estable, parte del disco de escombros pudo volver a acretarse, formando las lunas internas que en actualidad rodean a Neptuno. Probablemente, Proteo tenía una órbita más estrecha alrededor de Neptuno, y puede que se formase más cerca del planeta. Los cálculos señalan que pudo estar unos 10.000 kilómetros más adentro que en la actualidad, y que fue migrando hacia el exterior a causa de las interacciones mareales. Es muy posible que durante esta migración hubieran acontecido colisiones y eventos de impacto responsables de formar grandes cráteres (como comentaremos a continuación), y haber expulsado fragmentos de Proteo a otras órbitas alrededor de Neptuno.

De hecho, esto es precisamente lo que se piensa que ha sucedido con *Hipocampo*, una luna muy pequeña ubicada cerca de Proteo (figura 2), y descubierta en imágenes de archivo del HST por Mark Showalter, del Instituto SETI, en 2013. Se considera que puede constituir un pedazo de Proteo expulsado tras el impacto de un cometa contra esta luna. Como veremos, en esta luna hay un cráter gigantesco, y se cree que Hipocampo es el resultado de uno de los escombros lanzados al espacio tras el impac-

to. Los científicos estaban perplejos porque, aunque parte de esos escombros se asentaran en una órbita estable y se fusionaran para formar Hipocampo, el volumen de esta pequeña luna es de solo un 2% del material generado en el impacto. ¿Adónde había ido a parar el resto?

Existe la hipótesis, arriesgada pero interesante, de que en realidad dicho resto (es decir, el 98% de todo el material arrojado por el impacto cometario) fuera diseminado por el espacio cercano de Proteo, atraído por la gravedad de Neptuno y, finalmente, formado sus lunas internas actuales. Esto explicaría el volumen faltante, pero ¿es esa la explicación verdadera? El diámetro de las lunas internas es bastante notable (entre 100 y 200 km en su eje mayor), casi la mitad que el de Proteo, si fueran restos de esta misma luna deberían tener un interior muy poco denso para corresponder a la materia faltante.

Es más plausible, sin embargo, otra hipótesis al respecto. Hipocampo, como otras pequeñas lunas interiores de Neptuno, ha sido perturbada incesantemente por impactos de cometas o cuerpos helados tras la fusión de los escombros expulsados. Teniendo en cuenta la tasa de formación de grandes cráteres en Proteo, se cree que Hipocampo ha sufrido varios impactos que la han destruido, como mínimo, unas 9 veces en los últimos 4.000 millones de años. Tras cada evento de destrucción, los fragmentos volverían a reconstruirse originando de nuevo la pequeña luna. Pero, probablemente, en cada de estos sucesos una parte considerable de la masa original haya ido perdiéndose en el espacio, lo que podría explicar el volumen faltante de material expulsado por el evento de impacto que causó el gran cráter de Proteo.

Como vemos, la historia y evolución de Nereida y Proteo es un complejo historial de alteraciones, impactos, caos y destrucción. Y, aunque sorprenda, este no es un escenario excepcional, sino que forma parte de la regla general en el sistema solar.

-Características y exploración

-Nereida

Nereida tiene unas dimensiones del orden de 340 kilómetros, de modo que es el tercer satélite de Neptuno en cuanto a diámetro (solo superado por Tritón y Proteo). Su periodo orbital es de apenas 11 horas, confirmado en 2016 por el telescopio espacial Kepler, y en las pocas imágenes de la Voyager 2 que de ella se dispone aparece con una forma irregular, aparentemente alargada. El tamaño es similar al de Mimas, la luna de Saturno, pero Nereida es bastante más densa. Hay detectadas notables variaciones de brillo en su superficie, para ser un cuerpo tan pequeño, que pueden estar relacionadas con su rotación, y de los modelos térmicos producto de observaciones infrarrojas de los telescopios espaciales Spitzer y Herschel indican que la rugosidad de la superficie de Nereida es muy alta, similar a la que exhibe Hiperión, la luna de Saturno. Su albedo, es decir la porción de luz solar reflejada en superficie, es del 14%, bastante alta para este tipo de lunas.

Con un color gris, se ha detectado hielo de agua, y a tenor del estudio de su espectro se cree que la superficie está compuesta por una mezcla de este elemento y otro material espectralmente neutro. La sustancial diferencia de su espectro con respecto a otros mundos menores del sistema solar exterior, como los asteroides del tipo centauro *Pholus* o *Quirón*, da a entender que Nereida se formó alrededor de Neptuno y no fue, por tanto, un cuerpo capturado.

Cuando empezó a la planificación para el encuentro de la Voyager 2 con Neptuno en 1989, cabe recordar que solo se conocían la propia Nereida y Tritón. Para la fecha del encuentro, aquella estaba ubicada en su órbita en una posición muy lejana respecto a por donde pasó la sonda, por lo que o bien había que sacrificar el estudio de Neptuno y Tritón (opción obviamente descartada) o tratar de obtener la mayor información posible a gran distancia de Nereida.

La Voyager 2 estudió la luna desde 4,7 millones de kilómetros, lo que lógicamente impidió que se obtuvieran fotografías de detalle (figuras 4 y 5). Todo lo más que se pudo observar fue un cuerpo irregular, alargado, con distintas reflectividades superficiales, y poco más. A esa distancia, la resolución era de apenas 43 kilómetros por píxel. El 19 de agosto fue el día de mayor acercamiento, y en el camino la Voyager realizó 83 imágenes en total. Si bien no tienen la resolución para captar detalles, gracias a ellas se pudieron medir el tamaño y albedo de Nereida, y detectar su color. Para futuros proyectos de exploración, que seguramente tarden décadas en llevarse a cabo, quizá podamos saber más de esta elusiva luna y descubrir más acerca de su y enigmático origen.



Figura 4 (izquierda): la lejanía de las cámaras de la sonda Voyager 2 a su paso por el sistema de Neptuno en 1989 impidió que se tomaran fotografías de buena calidad. Esta es, de hecho, una de las mejores de las obtenidas, y apenas se puede contemplar una forma irregular alargada. La imagen, del 24 de agosto, se realizó a 4,7 millones de kilómetros de distancia. (NASA-JPL)

Figura 5 (derecha): otra imagen borrosa de Nereida de la Voyager 2, en este caso del 21 de agosto. Se aprecia aquí una figura algo más redondeada, gibosa, lo que evidencia que se trata de un objeto marcadamente irregular en sus tres ejes. (NASA-JPL)

-Proteo

Mucha mejor suerte se tuvo a la hora de fotografiar Proteo, que resultó ser, y con dife-

rencia, el mayor de los nuevos satélites internos vistos por la Voyager 2. Con un diámetro medio de 420 kilómetros (los demás no superan los 190), recorre su órbita circular y ecuatorial a casi un tercio de la distancia que media entre Neptuno y Tritón. Aunque las dimensiones de Proteo son notables (es apenas menor que Encélado o un poco mayor que Mimas, lunas de Saturno), a causa de su cercanía al planeta no fue posible descubrirlo con antelación, ya que el satélite tiene una superficie muy oscura (su albedo es del 6%), y se perdía en el resplandor de la luz solar reflejada. Solo gracias a los telescopios espaciales ha sido posible ver a esta luna y a sus "hermanas" (figura 6).



Figura 6: en abril de 2005 el telescopio espacial Hubble observó a Neptuno, que aparece en colores reales, y pudo distinguir algunas de las mayores lunas internas: Proteo es el punto más luminoso, arriba; Larissa está abajo, a la derecha, y Despina, a la izquierda. (NASA, ESA, E Karkoschka y H. Hammel)

En su órbita alrededor de Neptuno, que dura poco más de un día, Proteo se halla acoplado marealmente con él, es decir, presenta una rotación sincrónica que le hace mostrar siempre la misma cara al planeta, al igual que sucede con la Luna y la Tierra. Según un artículo publicado en 2007 en *Icarus* por parte de K. Zang y D.P. Hamilton, puede que Proteo haya mantenido una resonancia orbital de tipo 1:2 con la luna Larissa, de modo que aquel efectuaría una órbita por cada dos de esta. Se estima que Proteo, más tarde, fue paulatinamente yéndose hacia el exterior, y que esta migración de marea habría roto la resonancia hace cientos de millones de años.

La Voyager 2 realizó dos tandas de imágenes de Proteo, a alta y media resolución (de entre 1,4 y 8 kilómetros por píxel, respectivamente). Estas imágenes fueron más que suficientes para apreciar que la forma general del satélite no era para nada esférica, algo extraño en lunas de ese tamaño, que como las de Urano y Saturno de dimensiones similares sí guardan un aspecto muy parecido al esférico. Por otra parte, tampoco se trata de un satélite con forma triaxial, como suele suceder con satélites pequeños o asteroides; más bien, se puede decir que su aspecto corresponde mejor a la de un poliedro irregular, con una ligera semejanza a una caja cuadrada (figura 7). Así pues, Proteo parece estar a medio camino entre los cuerpos irregulares y los esféricos.



Figura 7: una de las mejores imágenes de Proteo, reelaborada digitalmente para resaltar los detalles superficiales. Tomada el 25 de agosto de 1989 por la Voyager 2 desde una distancia de apenas 146.000 km, permite apreciar varias formaciones, cráteres y en general un aspecto bastante rugoso. La depresión causada por un gran impacto, y que formó el enorme cráter Pharos, puede verse arriba a la derecha. (NASA-JPL)

Además de una superficie bastante oscura, como hemos dicho, y que apenas refleja el 6% de la luz solar incidente, su color es bastante neutro; al ser observado en bandas espectrales del infrarrojo cercano (longitud

de onda de 2 μm), la superficie se vuelve menos reflectante, lo que podría sugerir presencia de compuestos orgánicos complejos, tales como hidrocarburos o cianuros. Es sospecha común, también, que Proteo contiene superficialmente abundante hielo de agua, pero sin embargo este aún no ha sido detectado espectroscópicamente.

De las características superficiales claramente discernibles, tenemos abundantes cráteres de dimensiones pequeñas, así como varias depresiones de entre 20 y 100 km de diámetro y varios kilómetros de profundidad. Esta serie de cráteres, y la persistencia de los más pequeños, indican claramente que la luna exhibe una superficie "primitiva", que no ha sido modificada sustancialmente y que, por tanto, no ha tenido evolución geológica posterior relevante. Además, también se observan algunos surcos, valles y fracturas, que son debidas precisamente a los cráteres y a su influencia en el terreno (figura 8).

Sin embargo, el rasgo que por encima de todos destaca es la gran oquedad visible incluso vagamente en las imágenes cercanas de menor resolución: el cráter *Pharos*. Se trata de una gran depresión, de forma bastante redondeada, circundada por altos escarpes y que se halla en el hemisferio orientado a Neptuno. El nombre de *Pharos* hace referencia al Faro de Alejandría, y es la única característica superficial de las lunas irregulares de Neptuno que ha recibido un nombre propio. Posee un diámetro de 255 km, aproximadamente, lo que equivale al 60% de tamaño de toda la luna. Según los cálculos, la pared rocosa que rodea a este cráter abarca una altura de entre 10 y 15 km entre el suelo y su punto mayor, convirtiéndolo en uno de los mayores relieves del sistema solar (el Monte Olimpo, en Marte, tiene una altura de 21,9 km). La anchura de esta pared es de unos 22 km, y el desnivel medio de su perímetro es de 24°.

Pharos recuerda muy vívidamente a otras estructuras parecidas en cuerpos similares o de mayor tamaño (es el caso, por ejemplo,

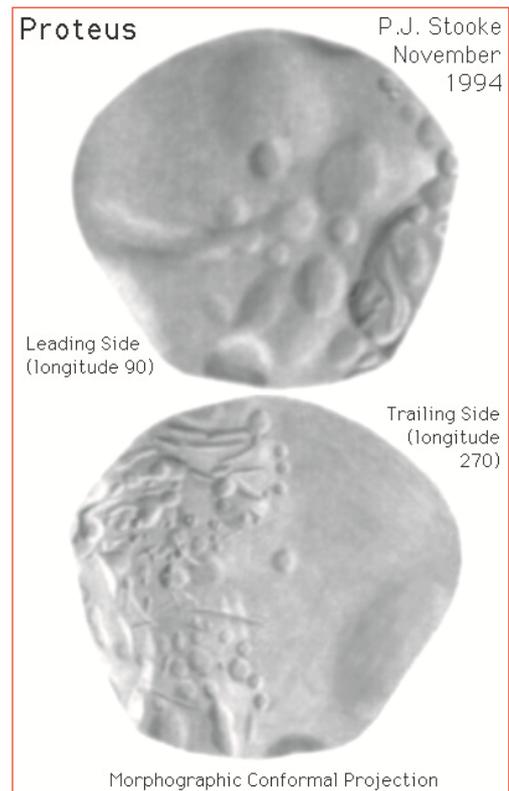


Figura 8: mapa en relieve sombreado de Proteo, elaborado a partir de imágenes de la Voyager 2. Son claramente visibles las distintas resoluciones del mapa, en función de la calidad de las fotografías tomadas por la sonda. No todas las características, dados los datos disponibles, son totalmente confiables, puesto que depende de la interpretación del elaborador del mapa, y la escala varía dada también la forma de Proteo. Se pueden observar cráteres, surcos y valles, dando un aspecto general de cierta complejidad geológica. El mapa original fue publicado en 1994 por Phil Stooke, en *Earth, Moon and Planets*, v. 65. (NASA-JPL, P.J. Stooke)

de Mimas con el cráter gigante *Herschel*, o de Tetis, con la cuenca *Odysseus*, ambas lunas de Saturno), y según todos los indicios, es una gran estructura de impacto. Reelaboraciones posteriores de las imágenes de la Voyager 2 han puesto de manifiesto que incluso en el interior de la depresión de *Pharos* hay otras cuencas de impacto menores (figura 9A y 9B, página siguiente).

¿Cuál es el origen de este cráter? Es posible, como señalamos, que en tiempos preteritos Proteo tuviese su órbita mucho más cerca de Neptuno, y que por migración a causa de las interacciones de marea fuese yendo más hacia al exterior. En el transcurso

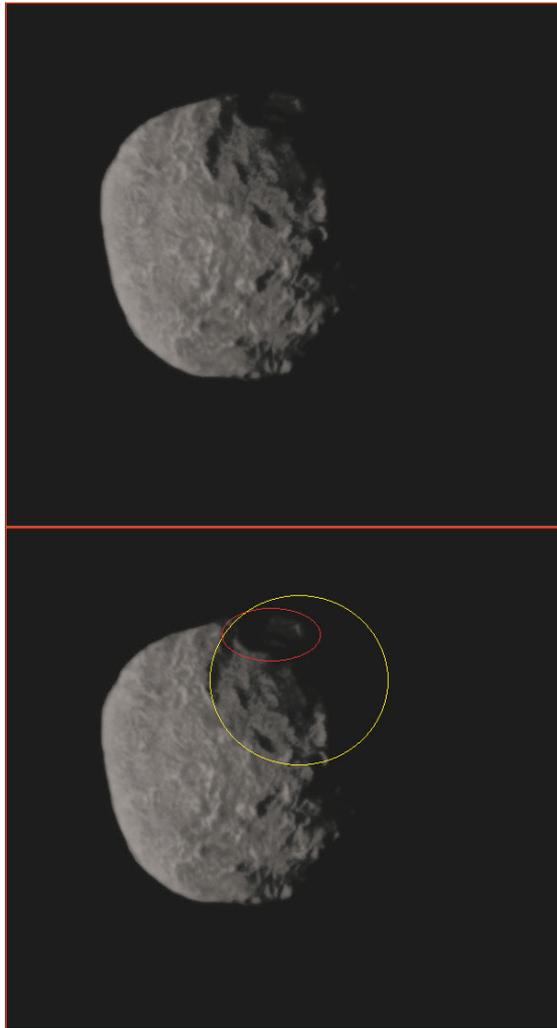


Figura 9A (arriba) y 9B: imagen reprocesada de Proteo en la que, además de observarse mejor los detalles superficiales, se confirma la presencia de un notable cráter de impacto (en rojo) dentro de la propia cuenca de Pharos (en amarillo). Lo que esto sugiere es que, tal vez, el impacto que creó a Pharos lanzó al espacio numerosos fragmentos, y puede que algunos de ellos volvieran a caer en Proteo al cabo de cierto tiempo. Naturalmente, el hecho de que el segundo cráter esté superpuesto a Pharos indica su menor edad. El procesado de la imagen es de Ted Stryck. (NASA-JPL, Ted Stryck)

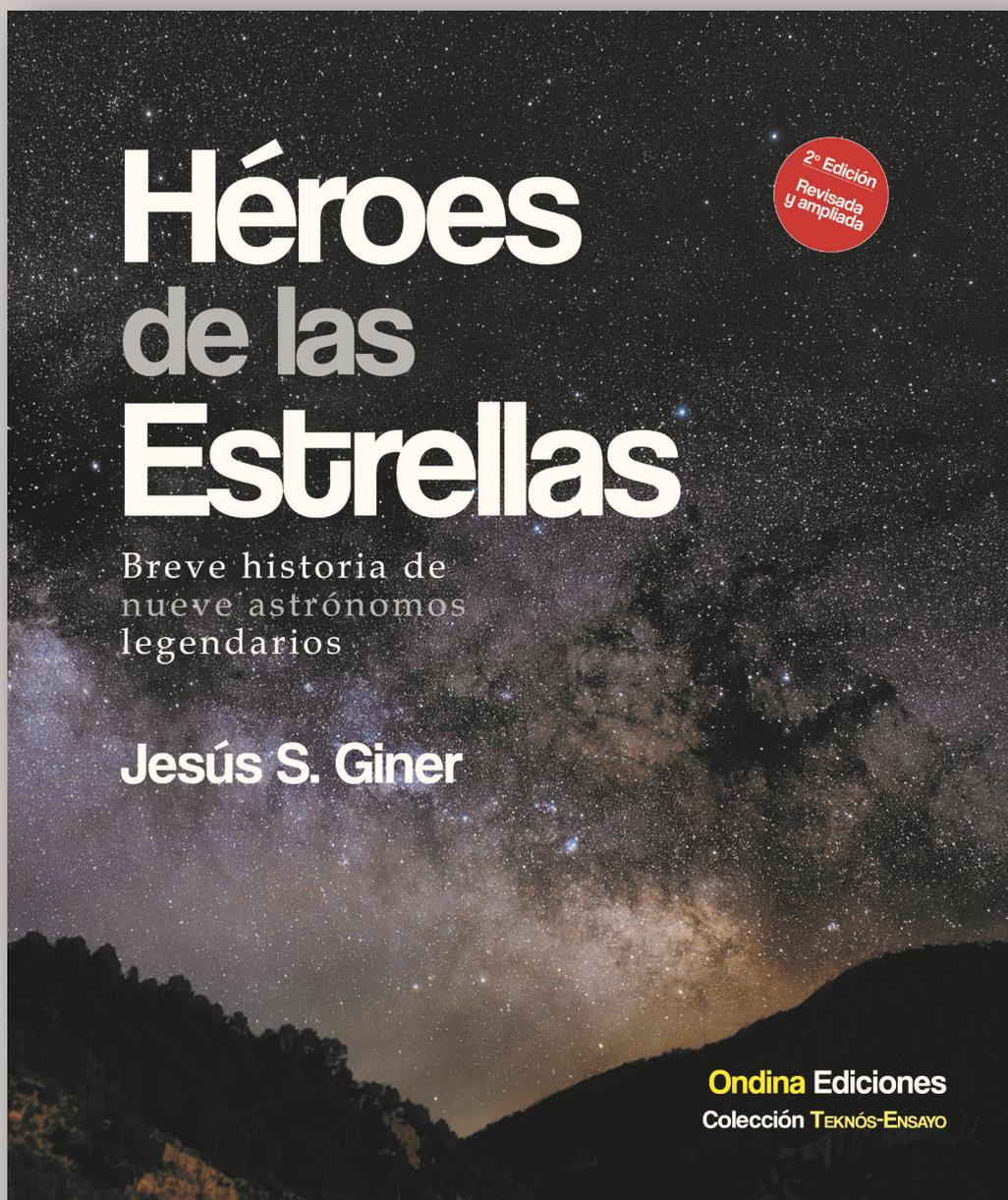
de este suceso, Proteo habría ido acercándose mucho a las órbitas de los restos de la formación planetaria o cuerpos más pequeños, y puede que también con alguna luna ya formada. Esto habría causado una alta probabilidad de impacto, que serían responsables de causar cráteres de notable tamaño. Uno de ellos sería, lógicamente, Pharos; pero, además de ello, ese mismo impacto u otros menores habrían expulsado fragmentos de

Proteo al espacio, dejándolos en órbita alrededor de Neptuno. Es plausible suponer que la extremadamente cercana luna Hipocampo, de la que ya hemos hablado, pueda ser en realidad un fragmento de grandes dimensiones eyectado al espacio tras el impacto que formó a Pharos.

En todo caso, lo que destaca de este gigantesco cráter no es, o no tanto, su origen, como su diámetro y la eventualidad de su formación. En efecto, existe un límite entre el tamaño de un impacto y el del propio objeto que padece el impacto. De modelos numéricos que estudian los procesos de impacto a alta velocidad contra objetos sólidos, se estima que el tamaño del cráter mayor que puede generarse sin llegar a destruir por completo el objeto original debe estar en el intervalo de entre un tercio y la mitad de este. Por tanto, de ello se desprende que Pharos *debería* tener entre 140 y 210 km; sin embargo, su tamaño es de 255 km.

¿Por qué? Dado que no hay razones para suponer que los modelos se equivoquen, los planetólogos han propuesto que es posible que las capas más superficiales del satélite estén compuestas, no por un material sólido y contundente, compacto, sino que por el contrario haya numerosas "cavernas" y cavidades entre las capas; esto provocaría que un eventual impacto pueda causar un cráter de mayores dimensiones que las previstas sin fragmentar catastróficamente la luna. Pero los detalles de esta dinámica siguen sin estar claros.

Sea como fuere, tanto Nereida como Proteo entran en la lista de lunas sumamente peculiares que transitan por las lejanías del sistema solar exterior, un ámbito de espacio interplanetario en las proximidades de Neptuno que urge volver a explorar, para así conocer mejor por qué son como son esos pequeños mundos que, como ellas, como esas lunas singulares, aún están llenas de preguntas que ansían ser respondidas... ■



Héroes De Las Estrellas (2ª EDICIÓN)

De **Jesús S. Giner**

¡La historia de la astronomía, desde Grecia a las dudas sobre la energía oscura!

220 PÁGINAS,
20 ILUSTRACIONES
EDICIÓN ACTUALIZADA, ABRIL DE 2025, CORREGIDA Y AMPLIADA

PRECIO: 15 €
PARA SOCIOS DE LA AAS: ¡¡SOLO 10€!!

¡PIDE TU EJEMPLAR, DEDICADO Y FIRMADO!

603 544 763, jsginer@gmail.com