

La Ciencia, desde Morelos para el mundo

Todos los artículos publicados en esta sección de La Unión de Morelos han sido revisados y aprobados por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C., cuyos integrantes son: Dra. Georgina Hernández Delgado, Dr. Hernán Larralde Riadura y Dr. Joaquín Sánchez Castillo (Coordinador)  
Comentarios y sugerencias: joaquin.sanchez@microbio.gu.se

# DESCUBRIENDO ANILLOS

Luis Benet

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos  
Instituto de Ciencias Físicas  
Universidad Nacional Autónoma de México

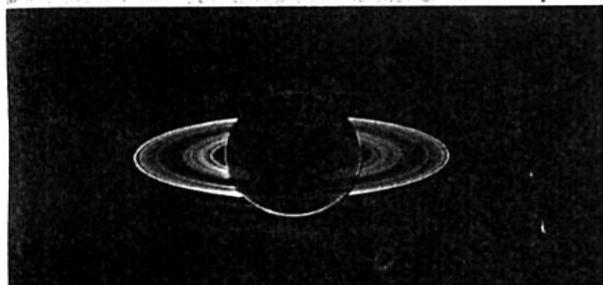


Imagen de los anillos de Saturno obtenida por Cassini, simulando un eclipse total de Sol (PIA08329. Cortesía de NASA/JPL-Caltech).

Cuando hablamos de anillos planetarios, la imagen que tenemos en mente corresponde a los hermosos anillos de Saturno, que esencialmente desde su descubrimiento le dieron a este planeta cierto carácter singular y enigmático en el Sistema Solar: Saturno era el planeta anillado.

En 1610, tras descubrir los satélites (galileanos) de Júpiter y las fases de Venus, Galileo Galilei [1564-1642] dirigió el telescopio de su propia manufactura a Saturno. Dada la resolución tan limitada de su telescopio (con unas 20 veces de aumento), las primeras observaciones sugirieron que Saturno tenía dos grandes lunas

a cada lado. Sin embargo, a diferencia de los satélites de Júpiter que Galileo descubrió años antes, las lunas permanecían estacionarias. En 1612 Galileo volvió a observar Saturno; la rara sorpresa fue que esas lunas o protuberancias habían desaparecido. Observaciones subsiguientes de Saturno generaron una variedad de interpretaciones que desencadenó el "enigma de las protuberancias" de Saturno. En 1656, Christiaan Huygens [1629-1695] dedujo de sus observaciones y concepciones filosóficas la explicación correcta: Saturno está rodeado por "un anillo delgado y plano, que no lo toca en ningún punto, e inclinado respecto

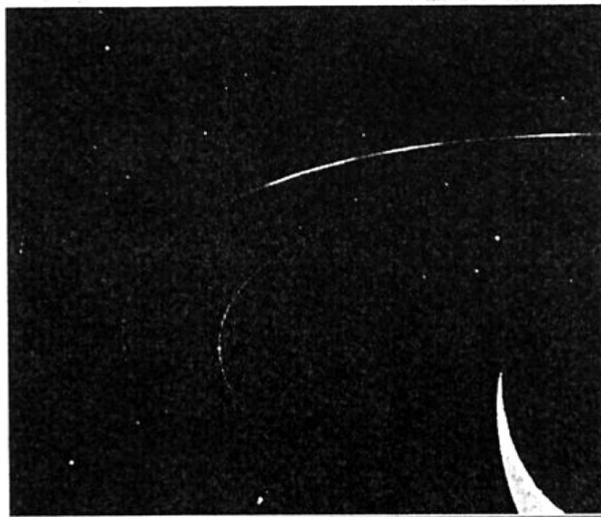


Imagen de los anillos de Neptuno; el anillo externo muestra los llamados arcos de Adams (PIA01493. Cortesía de NASA/JPL-Caltech).

a la eclíptica". La desaparición y reaparición de los anillos se explica como el paso de la Tierra por el plano ecuatorial de Saturno, donde los anillos se encuentran.

Pero Saturno seguiría (y sigue) brindando sorpresas. El descubrimiento en 1676 de una división en los anillos de Saturno por Jean Dominique Cassini [1625-1712] originó la idea de que los anillos de Saturno están compuestos por múltiples satélites. Esto, a su vez, convirtió a este planeta en un paradigma de la estructura del Universo hasta el siglo XIX. Immanuel Kant [1724-1804] llevó el modelo del disco a las nebulosas observadas, que hoy sabemos que son galaxias constituidas por 10<sup>12</sup> (un 1 seguido por 12 ceros) estrellas, y generó una teoría sobre la formación estelar. El debate sobre la solidez de los anillos se mantuvo durante más tiempo, hasta que en 1857 James Clerk Maxwell [1831-1879] mostró que los anillos de Saturno sólo

podían consistir de un número indefinido de pequeñas partículas; de hecho, Pierre-Simon Laplace [1749-1827] y Maxwell habían mostrado que un anillo sólido sería inestable. La propuesta de Maxwell fue confirmada en 1895 por James E. Keeler [1857-1900], quien mostró con observaciones espectroscópicas que la velocidad de las partículas varía radialmente siguiendo las leyes de Kepler. Durante el siglo XX se reconoció y explicó dinámicamente la delgadez extrema de los anillos, y se estableció espectroscópicamente que el hielo de agua es el constituyente principal de los anillos de Saturno. Sin embargo, la pregunta de por qué Saturno es el único planeta que posee anillos no había sido contestada; Saturno seguía siendo el planeta anillado.

La situación tuvo un inesperado giro a finales de 1977. Durante una campaña de mediciones de la ocultación de una estrella por Urano, encami-

nadas a estudiar la atmósfera de este planeta, sorpresivamente se observó que la luz de la estrella mostraba cortas interrupciones antes y después del ocultamiento por el planeta, las cuales eran simétricas. La explicación era clara: Urano estaba rodeado por 9 anillos delgados. Estas observaciones mostraron que los anillos de Saturno no eran únicos ni una particularidad de Saturno, sino evidenciaron que los anillos de Urano eran muy distintos a los de Saturno: Los anillos de Urano eran delgados, con bordes muy bien definidos, opacos, inclinados y algunos de ellos eran excéntricos. Cada una de estas propiedades estructurales no correspondía al entendimiento de los anillos planetarios. En 1979, Peter Goldreich y Scott Tremaine propusieron una nueva teoría para el confinamiento de los anillos delgados de Urano. La teoría del pastoreo proponía la existencia de dos lunas alrededor del anillo que lo mantenían confinado a través de las interacciones gravitacionales.

Observaciones similares en la década de los 80 fueron realizadas en torno a Neptuno. En un principio, las observaciones mostraban que no había evidencia de anillos opacos como los de Urano, excepto por un eventual bloqueo de la luz de la estrella ocultada, que sólo ocurría de un lado del planeta. Como "anillos de un lado" se consideraban imposibles, estas mediciones se interpretaron como errores experimentales. En 1984 mediciones conducidas por dos equipos independientes mostraron que la ocultación de la luz sí ocurría en tan sólo uno de los lados del planeta. Esto confirmó la existencia de anillos parciales.

En su viaje por Júpiter, el Pioneer 11 había detectado la desaparición de los cinturones de radiación de este planeta, que podía ser explicada con la existencia de un anillo alrededor del planeta. El Voyager 1 envió evidencia de tal anillo, lo que hizo que se reprogramaran las imágenes del Voyager 2, que poco tiempo después demostró la existencia de los anillos de Júpiter. Los anillos de Júpiter resultaron ser distintos a los de Saturno y a los de Urano: eran opacos, débiles y estaban formados por polvo muy fino. En el verano de 1979 el Pioneer 11 fue la primera nave que se acercó a Saturno. En la trayectoria de aproximación, el Pioneer detectó un nuevo anillo, hoy conocido como el anillo F, y días después otro anillo, el anillo G. Los Voyager, equipados con mejores cámaras que el Pioneer, enviaron imágenes inesperadas de los nuevos anillos. En particular, el anillo F, resultó ser delgado, elíptico-

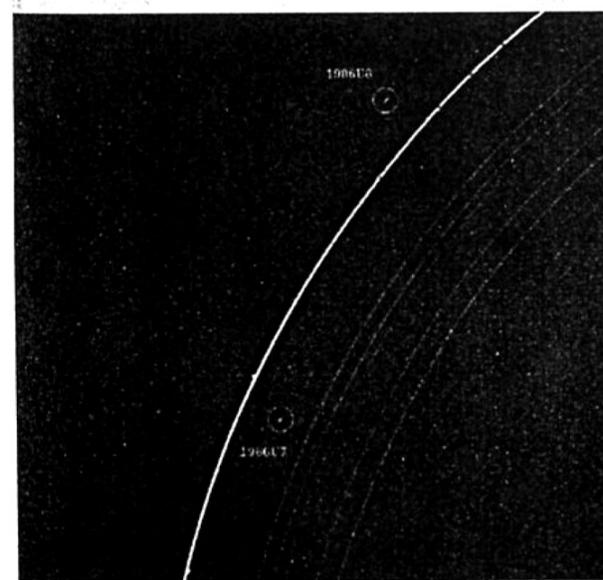
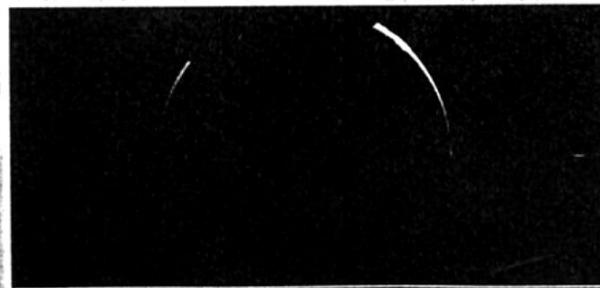


Imagen de los anillos de Urano mostrando a Cordelia y Ofelia (PIA01976. Cortesía de NASA/JPL-Caltech).



Mosaico de los anillos de Júpiter producido por la sonda Galileo ocultando al Sol (PIA01621. Cortesía de NASA/JPL-Caltech).

# ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



La Ciencia, desde Morelos para el mundo

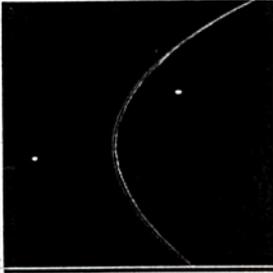


Imagen del enigmático anillo F de Saturno, con sus dos lunas pastoras Prometeo y Pandora (PIA07712. Cortesía de NASA/JPL-Caltech).

co, consistía de varias hebras y exhibía acumulaciones irregulares de materia. Asimismo, se descubrió que este anillo resultó tener dos lunas que orbitan a su alrededor, Prometeo y Pandora. Esto constituyó inicialmente la confirmación de la teoría del pastoreo de Goldreich y Tremaine; estudios posteriores mostrarían que la teoría del pastoreo no se puede aplicar al anillo F. Hasta la fecha, el origen de la estructura del anillo F sigue siendo un misterio. Las imágenes de los Voyager, y las de Cassini actualmente, muestran la existencia de nuevos detalles de los anillos de Saturno: patrones ondulatorios, estelas, bordes finos, nuevas divisiones más pequeñas en los anillos y la existencia de numerosas pequeñas lunas orbitando el planeta. Con esta creciente información también hay nuevas preguntas.

De igual manera, los acercamientos del Voyager 2 a Urano en 1986 y a Neptuno en 1989 aportaron datos importantes sobre los anillos de estos planetas. En Urano, se descubrieron las lunas Cordelia y Ofelia, que pastorean al anillo  $\epsilon$ . Dichas lunas confirman la teoría del pastoreo, sin embargo, hasta la fecha no se ha encontrado nuevas lunas que pastoreen los anillos restantes internos de Urano, de los que se conocen 10 anillos delgados, y 2 anillos más fueron descubiertos recientemente. En el caso de Neptuno, el Voyager 2 descubrió varias lunas, entre las cuales está Galatea, que pastorea internamente al anillo que contiene los hoy llamados arcos de Adams: Liberté, Egalité, Fraternité y Courage. Hoy sabemos también que Neptuno tiene 5 anillos.

Los anillos planetarios son sistemas planos de muchísimas partículas que colisionan entre sí, que están confinados por la fuerza gravitacional del planeta madre y perturbados por el achatamiento del planeta y la atracción de las lunas cercanas. El

interés por los anillos planetarios radica en que son los laboratorios más cercanos donde podemos estudiar la evolución de discos planos, los cuales, en última estancia constituyen la

base de nuestro entendimiento sobre la formación de estrellas y sistemas planetarios.

La historia de los descubrimientos observacionales de anillos plane-

tarios continúa hoy a través de la sonda Cassini, que se encuentra actualmente alrededor de Saturno, enviándonos información sobre el planeta, sus lunas y sus anillos. Lo

importante es que dicha historia sigue. Uno de los estímulos particulares puede ser el encontrar siempre tanta belleza como enigmas no resueltos.

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar:  
[www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)