

11

Fenómenos mutuos de los satélites de Urano

Ricard Casas, Joan Bel, Enric Forné
(Agrupación Astronómica de Sabadell)

Resumen / Abstract

Objetivos: Determinación de las posiciones relativas de los satélites de Urano a partir de la observación de los fenómenos mutuos que se produjeron entre 2006 y 2008.

Método: Obtención continuada de imágenes con CCD a fin de realizar fotometría de los eventos.

Resultados: Sólo un fenómeno pudo ser observado durante la campaña debido a la proximidad de los satélites a Urano y a su débil magnitud. En el fenómeno observado se han podido determinar distintos factores cinemáticos que se unirán a los obtenidos por otros observatorios dentro de la campaña internacional promovida por el Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides de París.

***Aim:** To determine the relative positions of the satellites of Uranus from the observations of the mutual phenomena that took place during the period 2006-2008.*

***Method:** Continuous CCD observations in order to perform photometry of these events.*

***Results:** Only one event could be observed during this campaign due to the proximity of the satellites to Uranus and their faintness. From the data of the event detected, different kinematic factors were derived from the data of the event detected. These data will form part of the database of the Institut de*

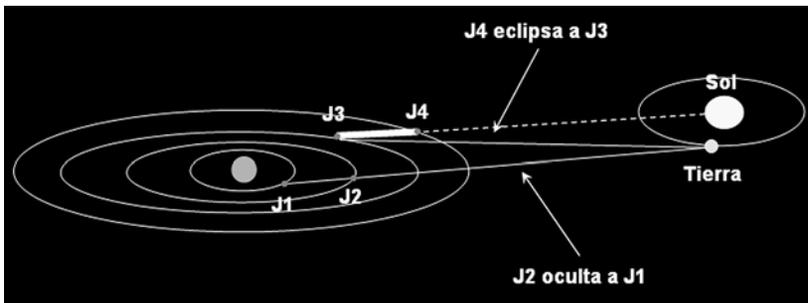


Figura 1: Representación esquemática de los fenómenos que pueden producirse entre dos satélites de un planeta y ser observados desde la Tierra. En el caso de Urano, el plano de los satélites es prácticamente perpendicular al de la órbita de la Tierra.

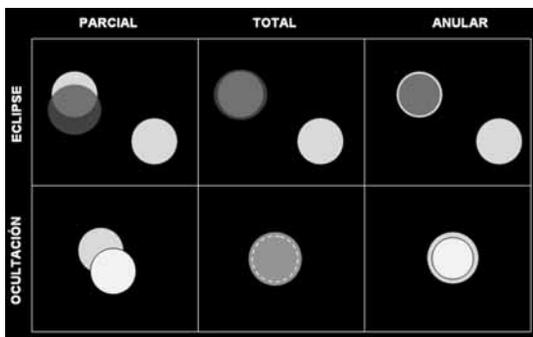


Figura 2: Los distintos fenómenos mutuos que pueden observarse.

Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides de Paris that leads the international campaign for detecting these phenomena.

Introducción

Periódicamente los satélites de los grandes planetas ofrecen un espectáculo del que pueden disfrutar los astrónomos. Cuando el plano de la órbita de los satélites coincide con el plano de la eclíptica, desde la Tierra puede verse como los satélites se ocultan los unos a los otros o como la sombra de uno eclipsa a otro (figura 1). A este tipo de eventos se les denomina *fenómenos mutuos*, o *Phemu's* en la jerga astronómica. Los fenómenos mutuos de los satélites de Júpiter son los más frecuentes por tener este planeta un periodo de traslación más corto. Cada 6 años, más o menos,

pueden seguirse sus evoluciones. Además, al tratarse de satélites bastante brillantes —magnitud 5— son fáciles de observar por los aficionados. Los de Saturno se repiten cada 15 años. Cuando los anillos de Saturno se muestran de perfil, los principales satélites se eclipsan y ocultan, pero al ser más débiles es más difícil su observación. Y, finalmente, están los fenómenos mutuos de los satélites de Urano que se pueden observar cada 42 años. Casi se podría decir que un astrónomo sólo tiene una ocasión en su vida para observar los fenómenos del sistema de Urano. Precisamente de 2006 a 2008 se ha realizado una campaña internacional para la observación de los fenómenos mutuos de los satélites de Urano que ha sido encabezada por el Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides de París.

Cuando se habla de eclipses u ocultaciones debe tenerse en cuenta que pueden producirse de distintas formas. Tanto unos como otras pueden ser parciales, totales o anulares, como puede apreciarse en la figura 2.

El interés de la observación fotométrica de este tipo de fenómenos es la de determinar la posición de cada uno de los satélites implicados con una precisión muy superior a la obtenida con otras técnicas. Mientras que los métodos astrométricos se ven influenciados por la distancia a la que se encuentra el objeto —una separación angular determinada equivale a distancias mayores a la distancia de Urano que a la de Júpiter, por ejemplo— la medida fotométrica no tiene esta dependencia, por lo que la precisión de posición es la misma en Urano que en Júpiter. Así la precisión en el posicionado de un astro a través de la observación de los fenómenos mutuos puede llegar a ser inferior a 100 km.

Observaciones

Las efemérides para Barcelona se extendían desde el 15 de julio de 2006 hasta el 12 de agosto de 2008, poco más de dos años en los que se producían 19 fenómenos de este tipo.

En múltiples ocasiones se intentó la observación, pero la débil imagen del satélite (magnitud de 13,6 para Titania, el más brillante, y 16,5 para Miranda, el más débil de los cinco), la cercanía a Urano, junto con la focal demasiado corta, de dos metros, no permitieron realizar medidas aprovechables. La única oportunidad que se tuvo, en este sentido, fue la noche del 30 de noviembre de 2007, en la que el fenómeno mutuo

ocurrió a una distancia de 15,6 radios uranianos, la mayor de toda la campaña. En este caso, Titania eclipsaba a Oberon parcialmente, con una duración de 1.473 s.

Tres observatorios tuvieron la oportunidad de registrar el fenómeno:

- Joan Bel, desde su albergue en los Observatorios de la Agrupación Astronómica de Sabadell en el Montsec, con un telescopio Schmidt-Cassegrain de 25 cm a $f/9,6$. Tomó las imágenes con un tiempo de exposición de 30 s mediante una cámara CCD SBIG-ST9XE sin filtro fotométrico. Un percance durante la observación le hizo perder el momento de la mitad del eclipse.

- Ricard Casas, desde el observatorio de la Agrupación, en Sabadell, haciendo uso de la cámara CCD FLI-CM9 acoplada al foco Newton del telescopio de 50 cm, cuya relación focal es $f/4$, y empleando el filtro R de Bessel. Tomó las imágenes de 10 s de exposición.

- Enric Forné, desde su observatorio en l'Ampolla (Tarragona), con un telescopio Newton de 36 cm a $f/4$ y una cámara CCD Starlight SXV-H9 equipada con filtro R.

Análisis y resultados

Una vez corregidas de corriente de oscuridad y de la respuesta del detector, las imágenes de cada observador han sido analizadas con el programa Iris para determinar la intensidad (no la magnitud). Empleando el brillo fuera del eclipse se procedió a normalizarlo, con lo que pudieron superponerse las tres curvas de luz, como muestra la figura 3. Puede comprobarse que, a pesar de los agujeros existentes y la dispersión propia de las medidas, las tres curvas de luz se solapan perfectamente.

La determinación del momento de mínima intensidad se ha realizado con el programa Mínima v.24 de Bob Nelson. Sólo las medidas realizadas por Ricard Casas y Enric Forné han sido susceptibles de ser analizadas. En el primer caso se ha determinado utilizando los seis métodos que permite el programa, obteniéndose el resultado medio de 18 h 48 m 28 s \pm 2 s TU. En el segundo sólo se ha determinado por cuatro métodos (ajuste parabólico, desplazamiento del papel (*tracing paper*), bisectores de cuerdas y por integraciones desplazadas (*sliding integrations*)), obteniéndose un valor de 18 h 48 m 39 s \pm 5 s TU. Según las predicciones confeccionadas por el Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides, el momento

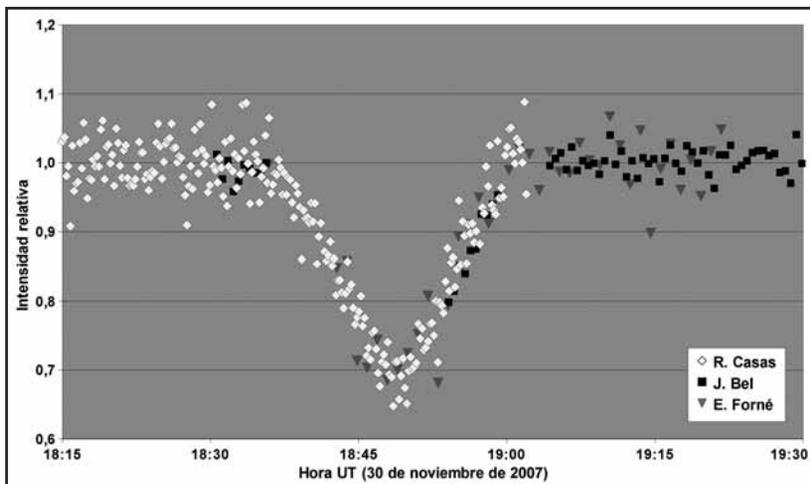


Figura 3: Superposición de las tres curvas de luz obtenidas por los distintos observadores.

cumbre del eclipse debía producirse a las 18 h 49 m 49 s TT, algo más de un minuto más tarde de lo observado.

Por otra parte, también se ha procedido a determinar la duración del eclipse, para lo cual se han ajustado sendas rectas a las pendientes de bajada y subida de la curva de luz obtenida desde el observatorio de la Agrupación en Sabadell, pues es la única completa, así como a las partes situadas fuera del eclipse. A partir de las intersecciones se ha establecido que la duración del eclipse ha sido de 1.378 s, en contraposición a los 1.473 s dados por las predicciones.

Conclusiones

La observación de los fenómenos mutuos de los satélites de Urano es, a principios del siglo XXI, una tarea delicada para los observadores amateurs. Sólo en el caso en que la distancia entre el satélite y el planeta ha sido relativamente grande se ha podido realizar la observación. Una posible solución hubiera sido aumentar la distancia focal del instrumento a fin de disponer de una mayor resolución en el plano focal. La próxima ocasión en que se podrá intentar este tipo de observación será hacia el año 2050, cuando la tecnología de la que dispondrá el astrónomo aficionado es inimaginable para nosotros hoy en día.

El único fenómeno observado ha permitido determinar con suficiente precisión el momento medio del eclipse. A priori puede parecer que la diferencia es de casi 80 segundos, pero la observación está expresada en Tiempo Universal, mientras que la predicción está hecha en Tiempo Terrestre (TT). Así, pues, deben sustraerse 65 segundos a la predicción, quedando una diferencia de sólo 14 ± 2 s en promedio. En cuanto a la duración del eclipse está más de un 6% sobreestimada, debido sin duda a un desplazamiento relativo en latitud de los satélites implicados.

La colaboración internacional permitirá, sin duda, establecer unos nuevos elementos orbitales para los satélites de Urano que permitirán determinar su posición con errores del orden del centenar de kilómetros y que podrá ser corroborada con las posibles ocultaciones de estrellas por estos satélites, como la que se produjo el 8 de septiembre de 2001 y que fue seguida por distintos observadores de la Agrupación.

Bibliografía

Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides;

<http://www.imcce.fr>

Iris: <http://astrosurf.com/buil/>

Minima: <http://members.shaw.ca/bob.nelson/software1.htm>