LA OCULTACIÓN DE HD 61660 POR GANÍMEDES DEL 14-10-2025

José Prieto y Pablo Molina

La ocultación de una estrella de magnitud aproximada 7,5 por Ganímedes, el tercer satélite galileano de Júpiter, constituyó una oportunidad excepcional para obtener medidas astrométricas de gran precisión. El fenómeno, previsto para la noche del 13 al 14 de octubre de 2025 y observable desde una amplia región de Europa, planteaba dos objetivos principales: mejorar las efemérides orbitales de Ganímedes y estudiar, a partir de la transición de la luz durante la ocultación, el tamaño angular de la fotosfera de la estrella.

Las ocultaciones permiten convertir medidas temporales en información geométrica. Cuando un cuerpo del Sistema Solar pasa delante de una estrella, la desaparición y reaparición de la luz proporcionan información sobre su posición, tamaño, forma y, en algunos casos, sobre la presencia de una atmósfera. En el estudio de los asteroides, varias cuerdas de ocultación permiten reconstruir perfiles; en el caso de los satélites planetarios, estas observaciones contribuyen a afinar sus órbitas. También existen programas dedicados a ocultaciones lunares de estrellas dobles y a fenómenos mutuos entre satélites.

La precisión alcanzable es especialmente valiosa para las misiones espaciales que estudian el sistema joviano, entre ellas JUICE, de la Agencia Espacial Europea, y Europa Clipper, de la NASA. El interés científico no se limita a la astrometría: una observación suficientemente rápida y precisa puede revelar que el descenso de luz no es instantáneo, sino que contiene información sobre el diámetro angular de la estrella de fondo.

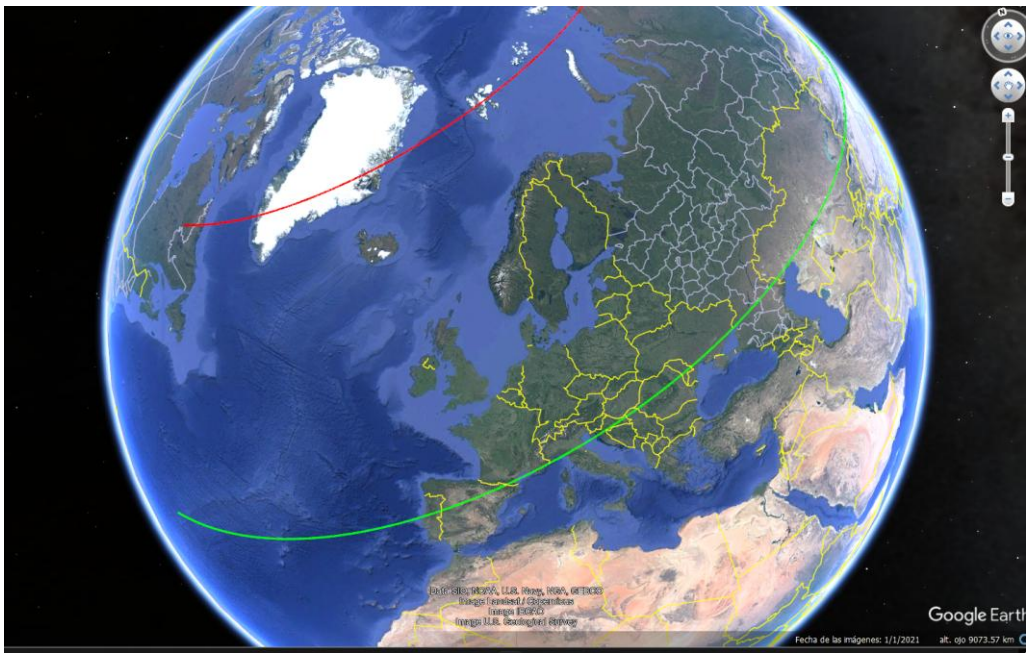

Figura 1. Trayectoria de la ocultación

Organización de la campaña y características del evento

La campaña se articuló a partir de avisos y predicciones difundidos por el proyecto Lucky Star, vinculado al Observatorio de París, y por la International Occultation Timing Association (IOTA). Los observadores dispusieron de información sobre la trayectoria prevista de la sombra y las horas de inmersión y emersión. La herramienta Occult Watcher permitió coordinar la participación de diferentes equipos y registrar los emplazamientos elegidos.

Ganímedes tenía un brillo aproximado de magnitud 5,25, mientras que la estrella ocultada era de magnitud 7,5. La luz conjunta alcanzaba alrededor de la magnitud 5,12. Por tanto, la ocultación no provocaba una desaparición completa del objeto observado, sino una reducción del brillo total del orden de una décima de magnitud. Detectar esa variación, pequeña en comparación con el brillo de Ganímedes, era uno de los principales desafíos de la campaña.

La duración prevista del fenómeno se situaba en torno a diecisiete minutos, aunque la ventana de observación útil y la duración de la ocultación variaban según el emplazamiento. Varios grupos españoles se desplazaron hacia la zona de visibilidad, incluida la provincia de Burgos. Dos observadores, Pablo Molina y Enrique Velasco, optaron por situarse cerca del límite meridional de la sombra. Era una elección arriesgada para obtener una detección positiva, pero ofrecía condiciones especialmente interesantes para investigar la transición de la luz y estimar el tamaño angular de la estrella.

Un reto fotométrico: registrar variaciones de una décima de magnitud

La campaña requería exposiciones extremadamente breves, de cinco o diez milisegundos, equivalentes a cadencias de 200 o 100 fotogramas por segundo. Estas velocidades eran necesarias para resolver temporalmente las fases de inmersión y emersión. Sin embargo, cuanto más corta es la exposición, menor es la señal recogida y más difícil resulta separar una variación fotométrica pequeña del ruido y de los cambios de transparencia atmosférica.

En una de las estaciones se obtuvieron 47.900 fotogramas de diez milisegundos, que ocuparon unos 41 GB. Este volumen de datos pone a prueba tanto la transferencia desde la cámara como la capacidad de escritura del ordenador. La experiencia adquirida en campañas anteriores, incluida la ocultación de Betelgeuse por el asteroide Leona, permitió anticipar algunas de estas dificultades.

Para evitar pérdidas de imágenes se redujo la región de interés del sensor, se emplearon discos de estado sólido y se aumentó la memoria disponible para el búfer de captura. En el caso descrito, la cámara disponía de un sensor de unos 3.900 por 3.900 píxeles, pero la grabación se limitó a 1.024 por 384 píxeles. La configuración debía mantener dentro del encuadre tanto Ganímedes como Europa, que se utilizó como referencia fotométrica. Con un búfer ampliado, una parte de los fotogramas pendientes pudo terminar de escribirse después de finalizar la adquisición, sin perder imágenes.

La sincronización temporal también era esencial. Algunos observadores utilizaron el programa Meinberg para sincronizar sus ordenadores; otros recurrieron a cámaras con temporización GPS integrada, como la QHY174GPS, o a módulos GPS externos. La comparación entre estaciones exigía que los instantes de los contactos fueran consistentes. El objetivo era

disponer de una base temporal suficientemente precisa para confrontar las observaciones con las predicciones orbitales.

Equipos y distribución de los observadores

Los equipos participantes combinaron telescopios de distintas aperturas y cámaras rápidas. Entre los instrumentos mencionados figuraban un Schmidt-Cassegrain de 150 mm, un reflector de 200 mm con cámara QHY174GPS y un Schmidt-Cassegrain de aproximadamente 235 mm utilizado por Pablo Molina con una cámara monocroma que permitía binning por hardware. Otra estación tuvo dificultades por el paso de nubes.

El binning por hardware resultó especialmente relevante para registrar una disminución tan pequeña de brillo. Al combinar la señal de varios píxeles antes de la lectura, determinados sensores permiten mejorar la relación señal-ruido sin incrementar proporcionalmente el ruido de lectura. El efecto exacto depende de la arquitectura de la cámara, pero en esta campaña la combinación de apertura, sensibilidad y lectura favoreció la calidad de los datos obtenidos por Pablo Molina.

Además del instrumental, las condiciones locales tuvieron un papel decisivo. En una de las estaciones, la elevada humedad produjo condensación sobre la óptica, a pesar de las precauciones adoptadas. En otras, la nubosidad redujo la calidad o la continuidad de los registros. Estas dificultades muestran por qué una campaña distribuida entre observadores independientes ofrece mayor robustez que una observación realizada desde un único lugar.

Reducción fotométrica y curvas de luz

El análisis inicial de una de las series de imágenes fue decepcionante: la curva de brillo mostraba una caída progresiva causada por la condensación y apenas permitía reconocer la ocultación. La solución consistió en normalizar la señal de Ganímedes respecto a la de Europa, presente en el mismo campo. Al corregir las variaciones comunes de transparencia y transmisión óptica, empezó a distinguirse la disminución de brillo esperada.

Posteriormente se agruparon fotogramas adyacentes para mejorar la relación señal-ruido, sacrificando parte de la resolución temporal. Esta operación permitió hacer más evidente la señal. Los registros de Enrique Velasco y, especialmente, de Pablo Molina mostraron una curva de ocultación más definida. En este último caso, las exposiciones de cinco milisegundos y la calidad de la fotometría proporcionaron información particularmente valiosa sobre la forma del descenso de luz.

El tratamiento de los datos demuestra que no basta con registrar un gran número de imágenes: la elección de una referencia adecuada, la normalización de las curvas y el compromiso entre resolución temporal y ruido determinan la utilidad científica del resultado. También pone de relieve la importancia de conservar las series originales, pues distintos métodos de reducción pueden extraer información complementaria de una misma observación.

Resultados preliminares y conclusiones

Las observaciones positivas obtenidas desde diferentes emplazamientos se remitieron al proyecto Lucky Star. El análisis preliminar mostró diferencias coherentes entre los tiempos previstos y los observados, un resultado que puede contribuir a corregir las efemérides de Ganímedes. La concordancia temporal entre estaciones independientes refuerza la utilidad de los registros, aunque la evaluación definitiva corresponde al análisis conjunto de la campaña.

Los datos también permitieron abordar el segundo objetivo: estimar el tamaño angular de la fotosfera de la estrella ocultada. La información decisiva procede de la forma temporal de la inmersión y la emersión, particularmente bien resuelta en los registros obtenidos cerca del límite de la ocultación. El estudio detallado de esa determinación se reservó para la intervención posterior de Enrique Velasco.

La experiencia confirma que las ocultaciones estelares son una herramienta de extraordinaria sensibilidad. Con telescopios relativamente modestos, cámaras de alta cadencia, una temporización fiable y una reducción fotométrica rigurosa, los astrónomos aficionados pueden aportar medidas relevantes para la astrometría del Sistema Solar y, en circunstancias favorables, para la caracterización de estrellas distantes. El éxito depende tanto de la preparación técnica como de la coordinación de estaciones y del análisis compartido de los datos.

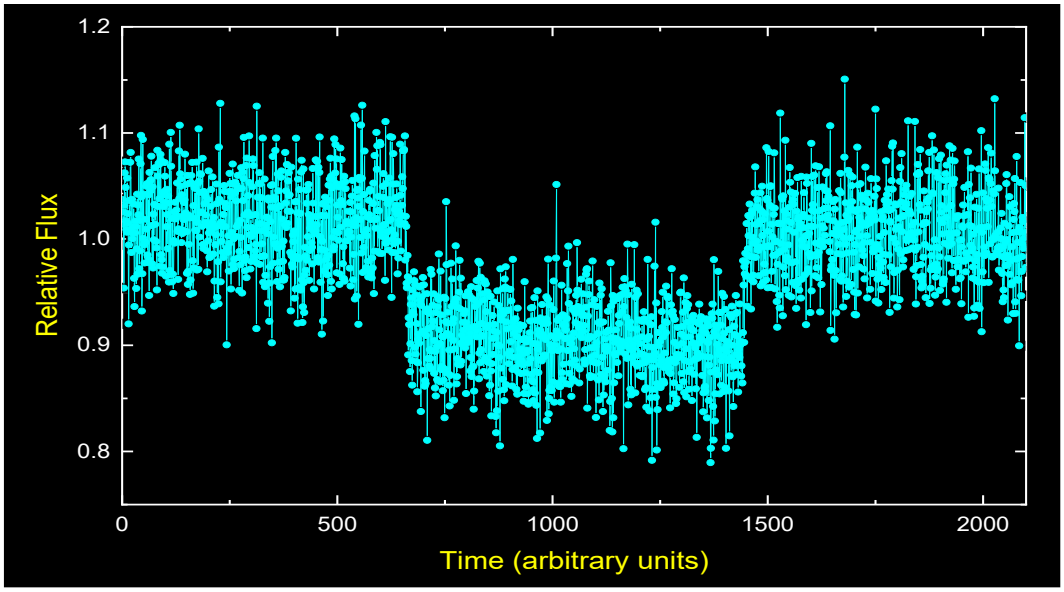

Figura 2. Resultados