



UNIDAD 5:

LAS LEYES DEL MOVIMIENTO PLANETARIO

Autor: Oswaldo González

Revisión y actualización de contenidos: Nayra Rodríguez, Alejandra Goded

Asesor Científico: Alfred Rosenberg

Ilustraciones: Inés Bonet

ACTIVIDAD 2

SATÉLITES GALILEANOS, UN SISTEMA SOLAR EN MINIATURA

OBJETIVOS

En esta actividad vamos a profundizar un poco más en la utilización de las leyes del movimiento para calcular el periodo orbital de uno de los satélites de Júpiter y la masa del planeta. Tendrás que medir el radio de la órbita de algunos de los satélites a partir de imágenes astronómicas y utilizar estos datos para hacer cálculos usando las leyes del movimiento planetario.

INSTRUMENTAL Y MATERIAL

Para la realización de esta práctica vamos a utilizar dos imágenes del planeta Júpiter y sus satélites, seleccionadas entre más de 100 imágenes obtenidas con el Telescopio Liverpool del Observatorio del Roque de los Muchachos, las cuales están contenidas en la carpeta *SATÉLITES DE JUPITER* de nuestra página www.iac.es/peter. Para su tratamiento, utilizaremos el programa *PeterSoft* que podremos igualmente descargar de la página web anterior e instalar en nuestro ordenador. Las herramientas que más utilizaremos serán las de medida de distancia y brillo.

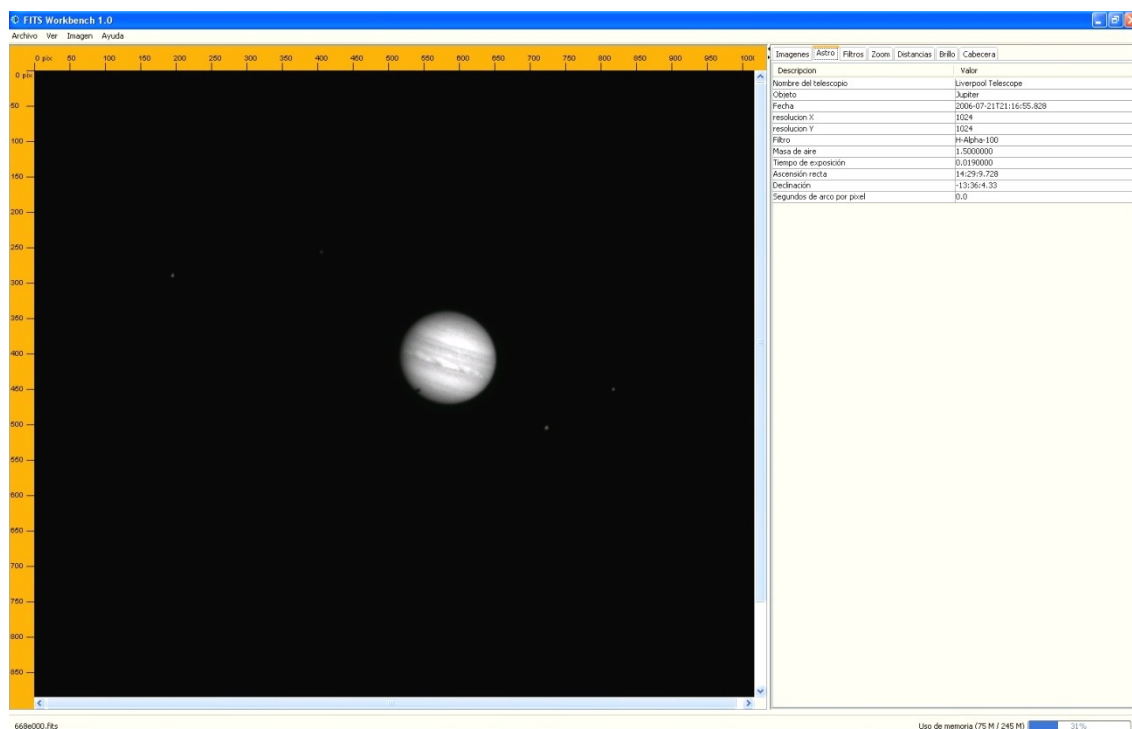
METODOLOGÍA

Inicialmente se procederá a identificar los cuatro satélites galileanos que orbitan alrededor de Júpiter. Se medirá el radio de la órbita del satélite Ío y se calculará la masa de Júpiter. Posteriormente, usando la masa obtenida, se procederá a medir el radio de la órbita de Europa y calcular su periodo orbital.

PROCEDIMIENTO

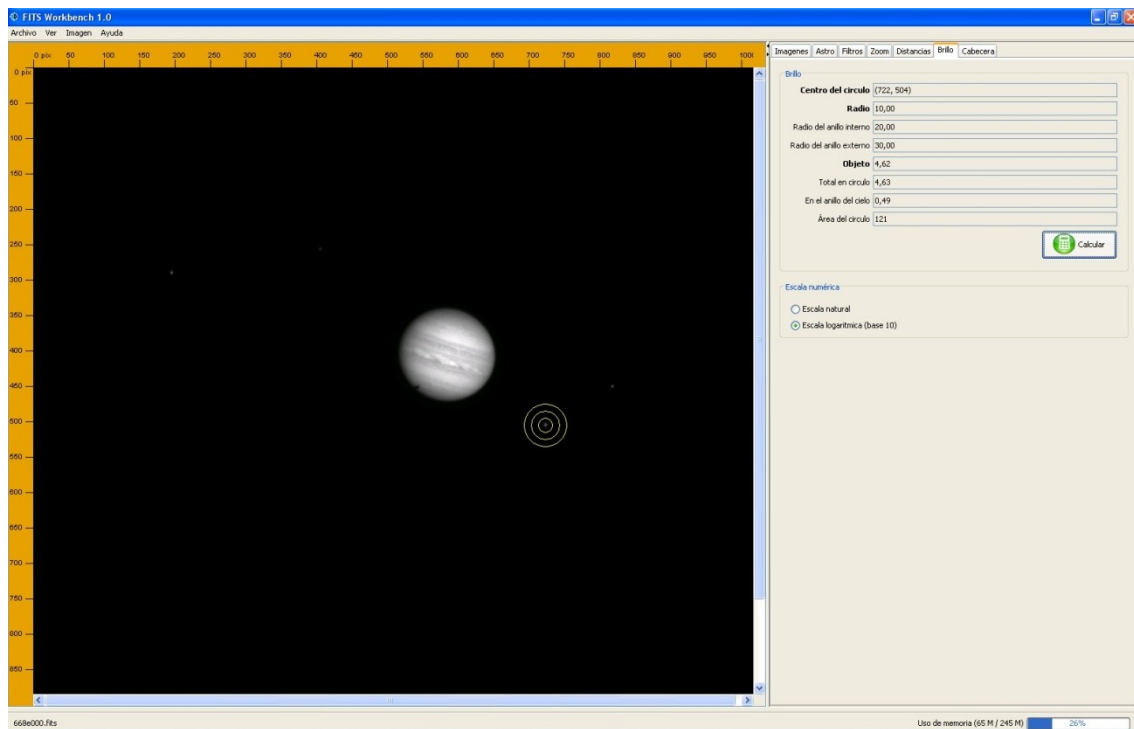
Lo primero que debemos hacer es descargar y descomprimir el archivo *U5_imagenes_satelitesjupiter.zip* (contenido en *SATÉLITES DE JUPITER*) donde se encuentran las imágenes que vamos a estudiar. Luego ejecutaremos el programa de análisis de imágenes *PeterSoft* y abriremos el fichero 668e000.hfit.

Además de Júpiter, en esta imagen aparecen cuatro pequeños puntos, dos a cada lado del planeta. Son los cuatro satélites que Galileo Galilei descubrió en 1610, y que reciben el nombre de satélites galileanos. Sus nombres por orden de distancia a Júpiter son: Ío, Europa, Ganímedes y Calixto. Si no consigues verlos, puedes utilizar la herramienta *Filtros* que encontrarás en el menú Imagen. Selecciona *Detección de bordes* y aumenta el valor para detectar las zonas más débiles de la imagen. Si te pasas de largo, puedes quitar los efectos del filtro en la pestaña *Filtros* a la derecha de la imagen.



El primer paso es averiguar qué punto corresponde a cada satélite. Como no llevan un cartel que nos indique cómo se llama cada uno, lo que haremos es usar sus brillos para identificarlos. Los cuatro satélites de Júpiter se nos presentan con diferentes brillos, ya sea por su tamaño o por la cantidad de luz que reflejan del Sol. Ordenados de mayor a menor brillo tenemos a: Ganímedes, Ío, Europa y Calixto. Este orden no tiene que coincidir con la distancia al planeta. Ahora usaremos la herramienta **BRILLO** y obtendremos la luminosidad de cada uno de ellos. Tendremos que usar para todos ellos un círculo con el mismo diámetro.

No vamos a calcular su magnitud sino a comparar solamente sus brillos. Nuestro objetivo es averiguar cuál de ellos es Ío, pues el día y hora en que se sacó la imagen estaba situado en una parte de su órbita en que, visto desde la Tierra, se nos presentaba lo más separado del planeta que puede estar, con lo que podríamos medir el radio de su órbita.



Cómo usar la herramienta **BRILLO**:

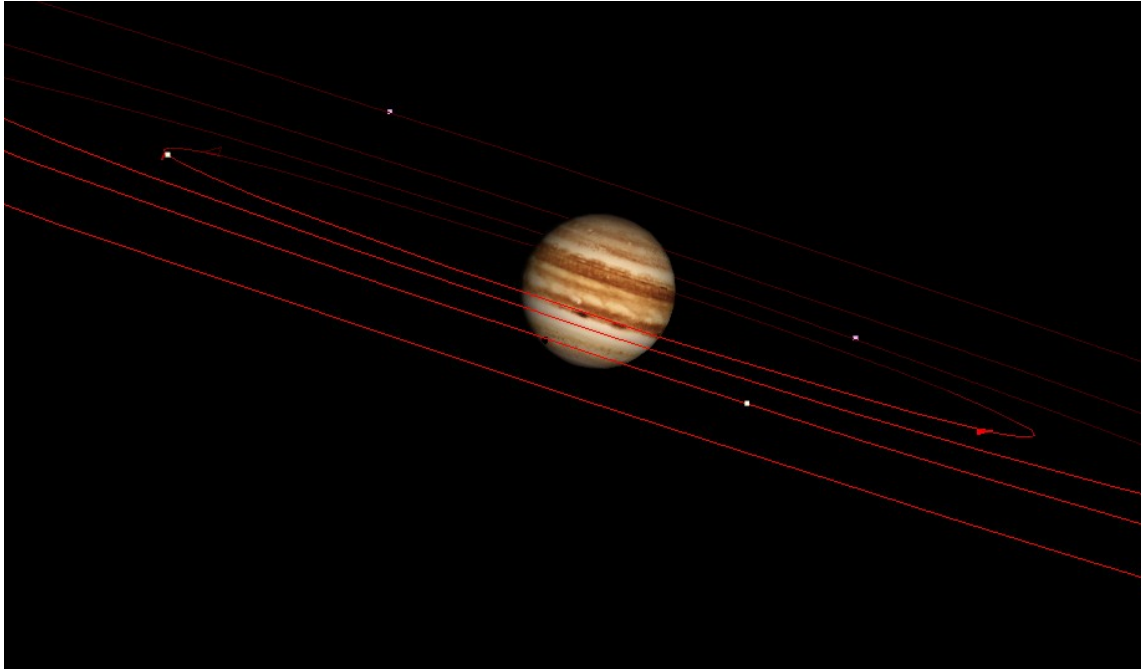
1. Selecciona la pestaña *Brillo* en el menú de la derecha.
2. Haz clic en el centro de la estrella que quieres estudiar.
3. En el menú de la derecha, escribe un número donde pone *Radio* (un buen valor para el radio será aquel que abarque todo el brillo del objeto sin introducir demasiado brillo del fondo)
4. Aparecerán tres círculos amarillos: observa que el más pequeño de ellos abarque todo el objeto. La herramienta obtendrá la señal dentro de este área.
5. En el apartado *Objeto* aparecerá un número. Indica la señal percibida por el detector en esa zona, que es proporcional a la cantidad de luz recibida. Cuanto mayor sea ese número, más luminoso será el objeto.

Las otras dos circunferencias que no has utilizado forman un anillo alrededor del objeto. Este anillo le sirve a la herramienta para obtener el brillo del cielo y así poder restar su contribución al brillo total del objeto.

Una vez identificado Ío, (recuerda que es el 2º más brillante), utilizaremos la herramienta de distancia para calcular la distancia existente entre este satélite y el centro de Júpiter. Para determinar aproximadamente el centro de Júpiter, lo que haremos será realizar dos medidas: una desde Ío hasta el borde de Júpiter más cercano; y la segunda hasta el borde más alejado. Una vez obtenidas las dos medidas, calcularemos la media, es decir, sumamos las dos medidas y dividimos el resultado entre dos. Ahora ya tendremos nuestra medida de distancia desde Ío hasta el centro de Júpiter y, en consecuencia, el radio de su órbita.

Para que te hagas una idea de cómo son las órbitas de los satélites alrededor de Júpiter, puedes verlas representadas en la siguiente imagen como líneas que describen el camino que recorre cada uno de los satélites desde nuestro punto de vista.

Ya tenemos el radio en píxeles de la órbita de Ío, ahora simplemente hay que pasarlo a *km*, sabiendo que para la distancia a la que se encontraba la Tierra de Júpiter el día en que se tomó la imagen, un píxel equivale a 1036 *km*. Haz el cálculo y obtén tu medida para el radio de la órbita de Ío.



Para nuestra actividad, sólo poseemos un dato: el periodo orbital de Ío, que es de 1,769 días. Con esto tendremos que calcular la masa de Júpiter, tal y como hicimos en la actividad anterior con el Sol. Lo primero será pasar todos nuestros datos al Sistema Internacional, es decir, la distancia del radio de la órbita a metros y el periodo orbital a segundos.

Luego aplicaremos la misma fórmula que en la actividad anterior:

$$M = \frac{4\pi^2}{G} \frac{a^3}{P^2}$$

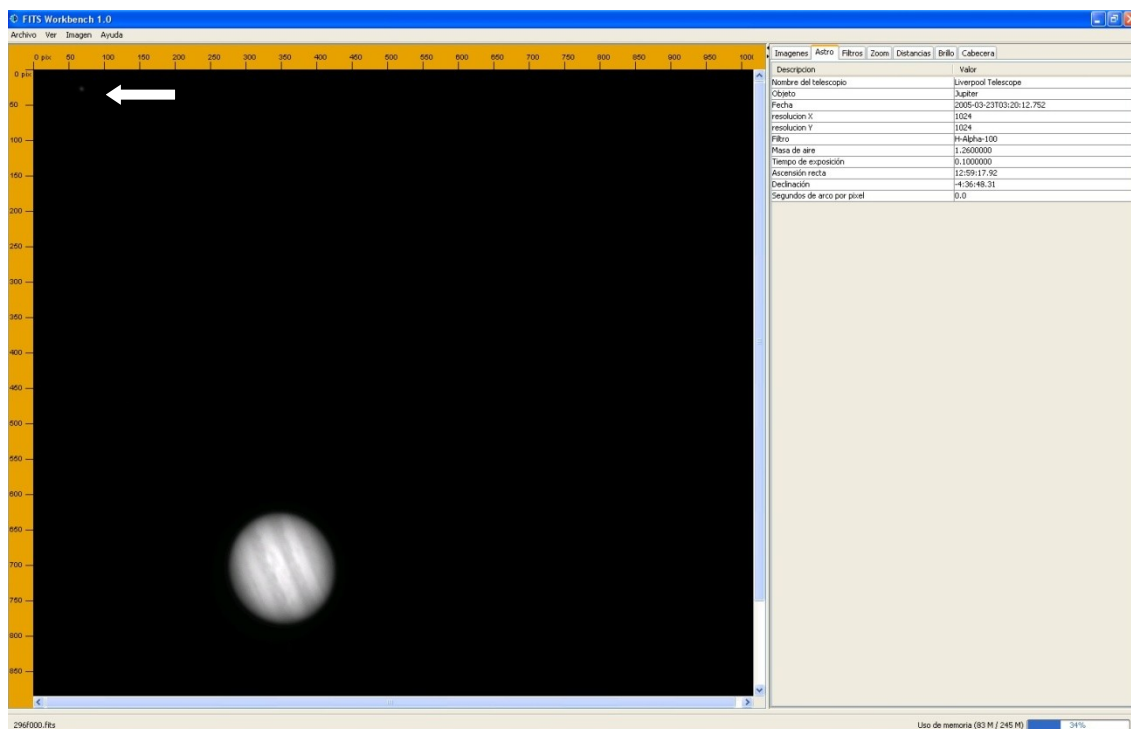
Sustituyendo los valores obtenidos en la medición y los del periodo orbital en segundos, obtendremos la masa de Júpiter en kilogramos. ¿Cuánto te sale? Compárala con la que obtuvimos para el Sol. ¿Cuántas veces es más pesado el Sol que el planeta Júpiter?

2ª parte

Ahora vamos a intentar calcular el periodo orbital de Europa, utilizando la masa de Júpiter y la medida que realizamos del radio de su órbita. Para esto, debemos escoger una imagen en la que Europa se encuentre lo más alejado posible de Júpiter (visto desde la Tierra).

Para ello, carga en el programa la imagen 296f000.hfit y encuentra en la esquina superior izquierda la posición de Europa en la imagen. Mide su distancia al centro

de Júpiter de la misma manera que hicimos anteriormente con Ío, es decir, haremos dos medidas, una desde Europa hasta el borde de Júpiter que esté más cercano y otra al borde más lejano. Realizaremos la media de las dos medidas (sumándolas y dividiendo por dos) y obtendremos la distancia en píxeles hasta el centro del planeta.



Dicha distancia la tendremos que multiplicar por un factor de conversión que, para la fecha en que se obtuvo la imagen y la distancia a la que se encontraba la Tierra de Júpiter, es de: 1 píxel = 904,6 km.

Ahora estamos en disposición de calcular el periodo orbital de Europa, con el radio de su órbita y la masa del cuerpo sobre el que orbita, es decir, la masa de Júpiter que ya hemos calculado. Sustituyéndolo en nuestra fórmula, obtendremos dicho periodo en segundos (acuérdate de pasar el radio de la órbita de Europa a metros).

$$M = \frac{4\pi^2}{G} \frac{a^3}{P^2}$$

despejando **P**

$$P = \sqrt{\frac{4\pi^2}{G} \frac{a^3}{M}}$$

¿Cuánto tarda Europa en dar una vuelta alrededor de Júpiter? ¿Es este periodo orbital mayor o menor que el de Ío?

Para más información, visite nuestra página web: www.iac.es/peter

Contacto: **Nayra Rodríguez Eugenio, Alejandra Goded** (peter@iac.es)
Unidad de Comunicación y Cultura Científica
Instituto de Astrofísica de Canarias
Calle Vía Láctea s/n
38205 La Laguna
Santa Cruz de Tenerife
España

8

Esta unidad didáctica ha sido financiada por:

