



## UNIDAD 5:

### LAS LEYES DEL MOVIMIENTO PLANETARIO

Autor: Oswaldo González

Revisión y actualización de contenidos: Nayra Rodríguez

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 de este planeta. El alumno deberá medir el radio de la órbita de algunos de los satélites, calcular la masa de Júpiter y finalmente calcular el periodo orbital de otro de los satélites.

##### 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](http://www.iac.es/peter). Para su tratamiento utilizaremos el programa "peter\_soft" que podremos igualmente descargar de la página web anterior e instalar en nuestro ordenador. Las herramientas que más utilizaremos de dicho programa son las de medida de distancia y brillo.

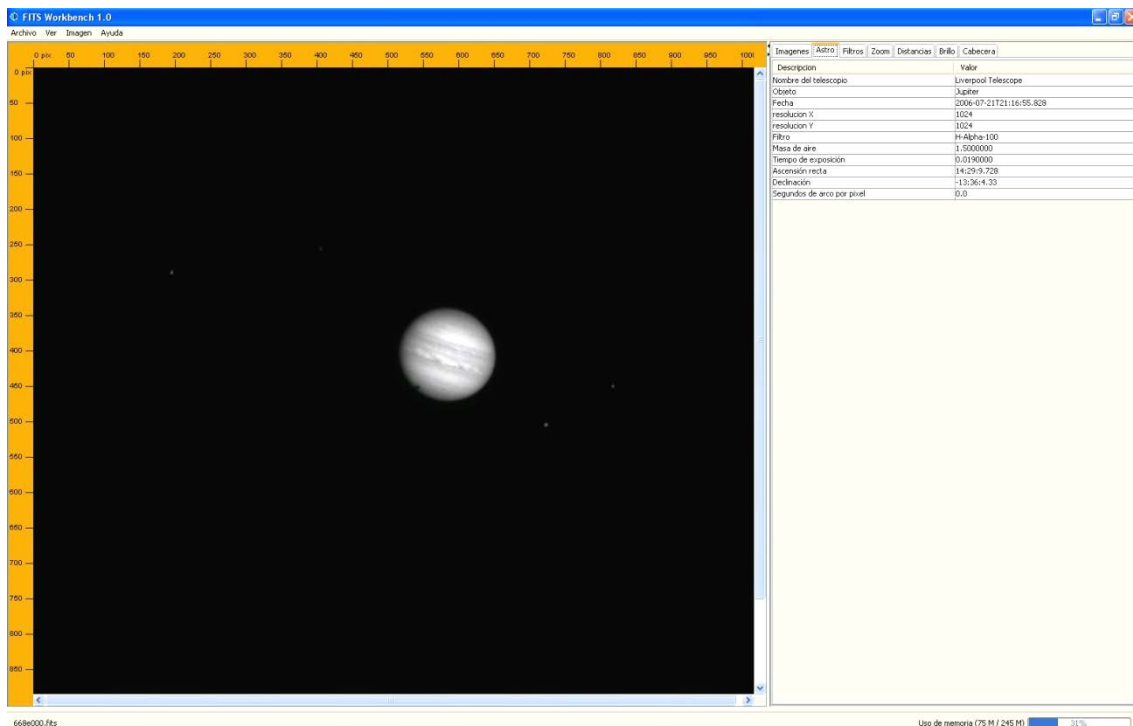
## METODOLOGÍA

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

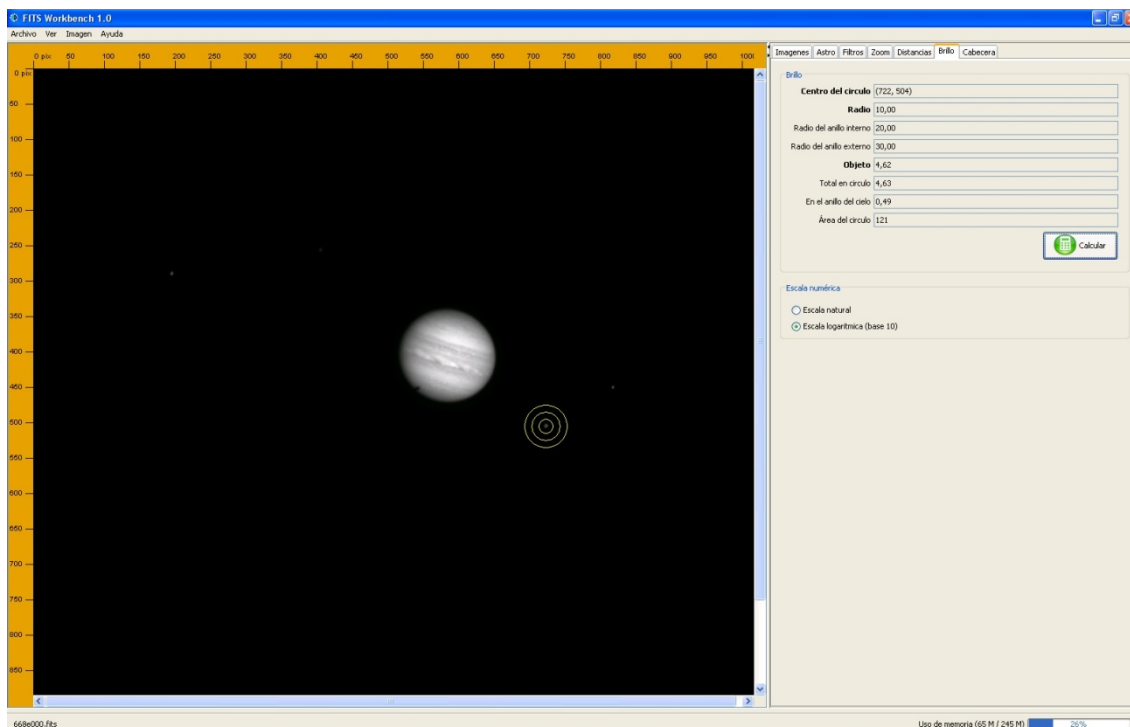
Lo primero que debemos hacer es descargar y descomprimir en el disco duro el archivo *U5\_imagenes\_satelitesjupiter.zip* (contenido en “SATÉLITES DE JUPITER”) donde se encuentran las imágenes que vamos a estudiar. Luego ejecutaremos el programa de análisis de imagen “peter\_soft” y abriremos el fichero 668e000.hfit.

Comprobarás que en esta imagen, además del planeta Júpiter, aparecen cuatro pequeños puntos, dos a cada lado del planeta. Son los cuatro satélites que Galileo descubrió cuando apuntó con su rudimentario telescopio al planeta, y que reciben el nombre de satélites galileanos. Sus nombres por orden de distancia a Júpiter son: Ío, Europa, Ganímedes y Calixto.



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 indentificarlos. 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 calcularemos el brillo de cada uno de esos puntos, utilizando para todos ellos un círculo con el mismo diámetro.

No vamos a calcular su magnitud sino, simplemente, saber cuál es cada uno de ellos comparando 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 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.



Una vez identificado Ío, (acuérdate 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 es realizar dos medidas: una desde Ío hasta el borde de Júpiter más cercano; y la segunda desde Ío hasta el borde de Júpiter mas alejado del satélite. 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 la órbita de Ío.

Para que te hagas una idea de cómo son las órbitas de los satélites alrededor de Júpiter, puedes ver las mismas representadas en la siguiente imagen como líneas que describen el camino que recorre cada uno de los satélites alrededor del planeta.



4

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, 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?



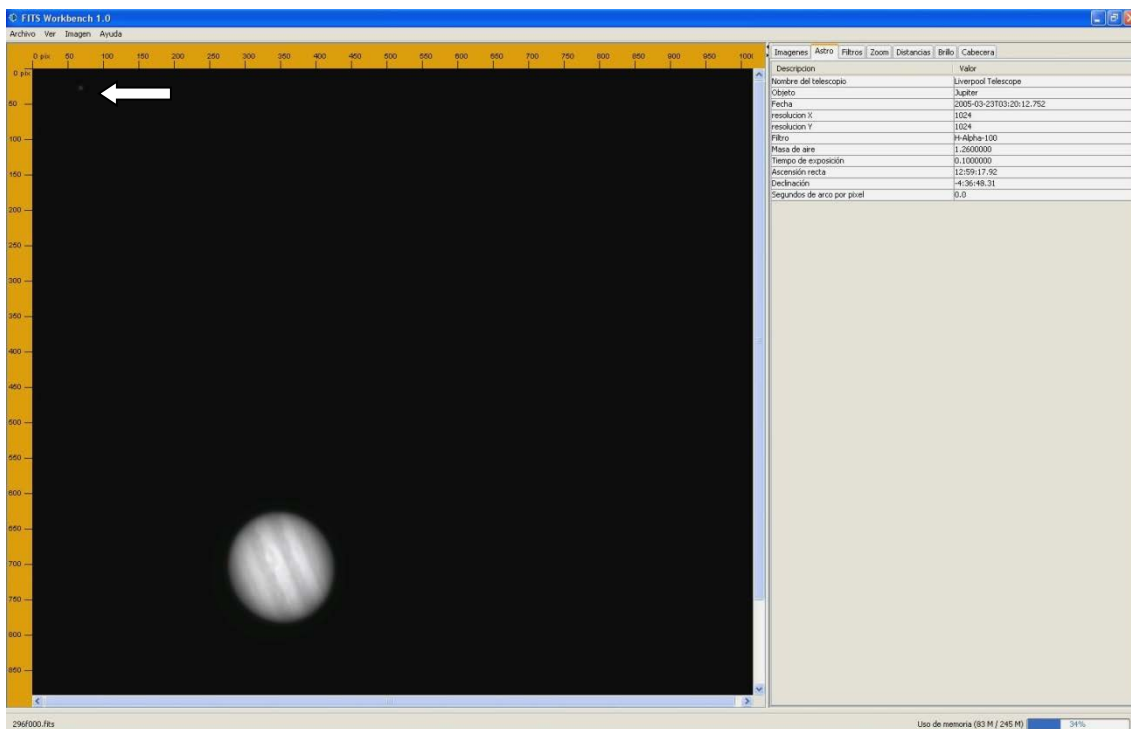
Compárala con la que obtuvimos para el Sol. ¿Cuántas veces es más pesado el Sol que el planeta Júpiter?

## 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.

5



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,



Proyecto  
Educativo con  
Telescopios  
Robóticos

LAS LEYES DEL MOVIMIENTO

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](http://www.iac.es/peter)

**Contacto:** **Nayra Rodríguez Eugenio** ([peter@iac.es](mailto: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

7

*Esta unidad didáctica ha sido financiada por:*



Proyecto  
Educativo con  
Telescopios  
Robóticos

LAS LEYES DEL MOVIMIENTO