



UNIDAD 3:

DISTANCIAS (2ª Parte). CUÁSARES

Autor: Oswaldo González

Revisión y actualización de contenidos: Nayra Rodríguez

Asesor Científico: Alfred Rosenberg

Ilustraciones: Inés Bonet

ACTIVIDAD

CURVA DE LUZ DE UN CUÁSAR

OBJETIVOS

La presente actividad pretende que el alumnado se familiarice con las medidas de brillo en imágenes astronómicas, profundizando en el manejo de las herramientas que proporciona el software de análisis de imagen. Además, se busca que el alumnado reconozca e identifique los cuerpos celestes en las imágenes, ayudado de un mapa estelar de la zona en la que están los objetos a estudiar. Para ello, utilizará una serie de imágenes de un cuásar obtenidas por el Telescopio Liverpool y estudiará la variación del brillo del mismo.

INSTRUMENTAL Y MATERIAL

Para la realización de esta práctica vamos a utilizar una selección de imágenes de un cuásar, concretamente el 3C454.3, realizadas durante un periodo de varios meses y obtenidas con el Telescopio Liverpool del Observatorio del Roque de los Muchachos, las cuales están contenidas en la carpeta "QUASAR" de nuestra página www.iac.es/peter. Para su tratamiento utilizaremos el programa "peter_soft", que podremos igualmente descargar e instalar. La herramienta que más utilizaremos de dicho programa será la de medida de brillo.

METODOLOGÍA

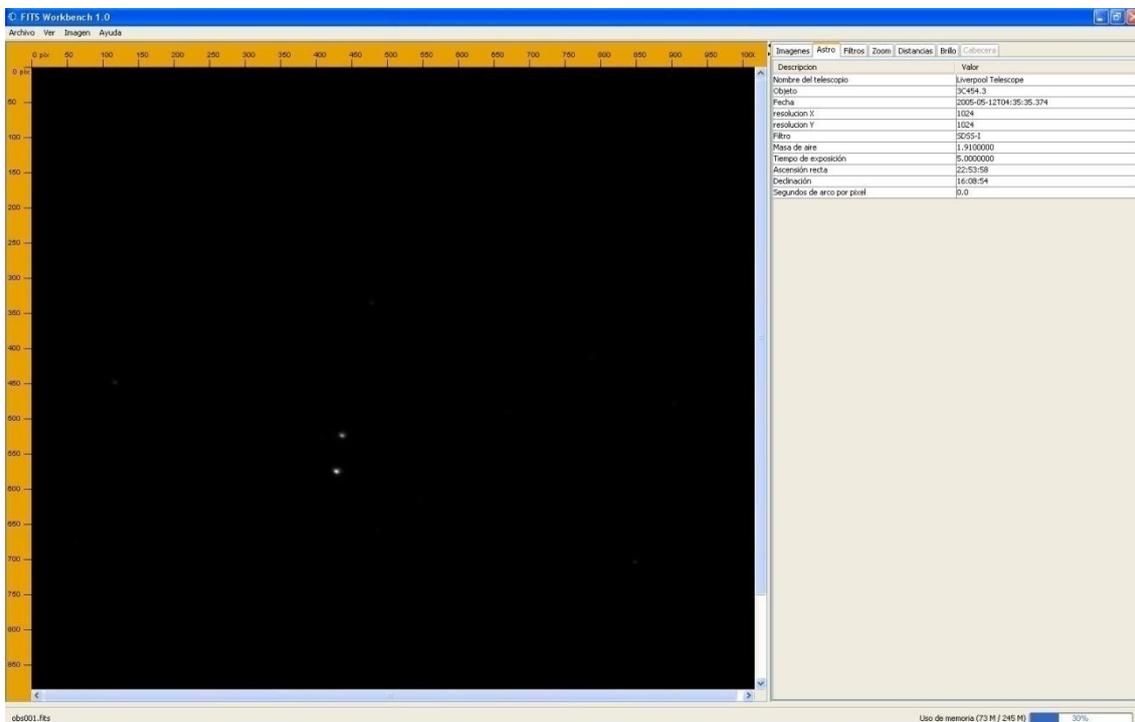
Se procederá a descargar el paquete de imágenes y examinar cada una de ellas, identificando el objeto a estudiar y las estrellas de comparación. Se obtendrá una estimación del brillo de cada uno de estos objetos. Finalmente, representaremos la diferencia de brillo entre el cuásar y la estrella de comparación para estudiar la variabilidad del primero.

2

PROCEDIMIENTO

En primer lugar, procederemos a descargar y descomprimir en el disco duro el archivo *U3_imagenes_quasar.zip*, donde se encuentran todas las imágenes del cuásar que vamos a estudiar. Posteriormente, ejecutaremos el programa de análisis de imagen “peter_soft” y abriremos las imágenes a estudiar de una en una.

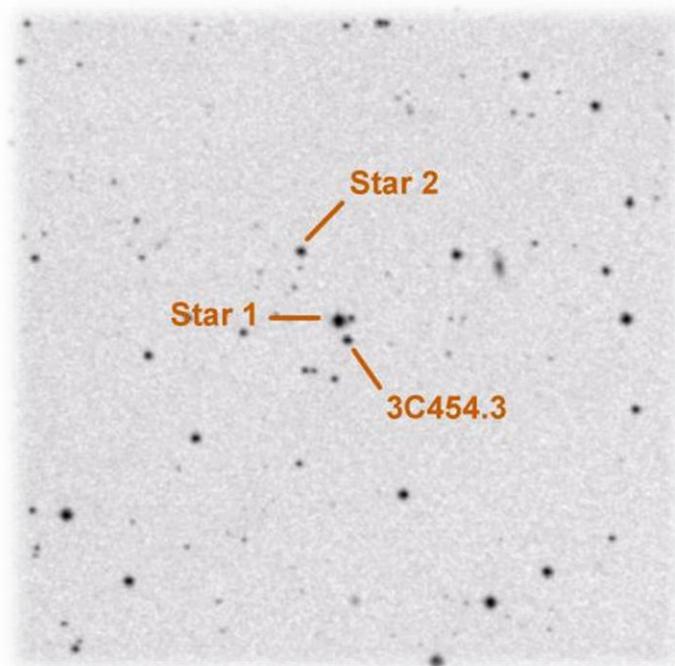
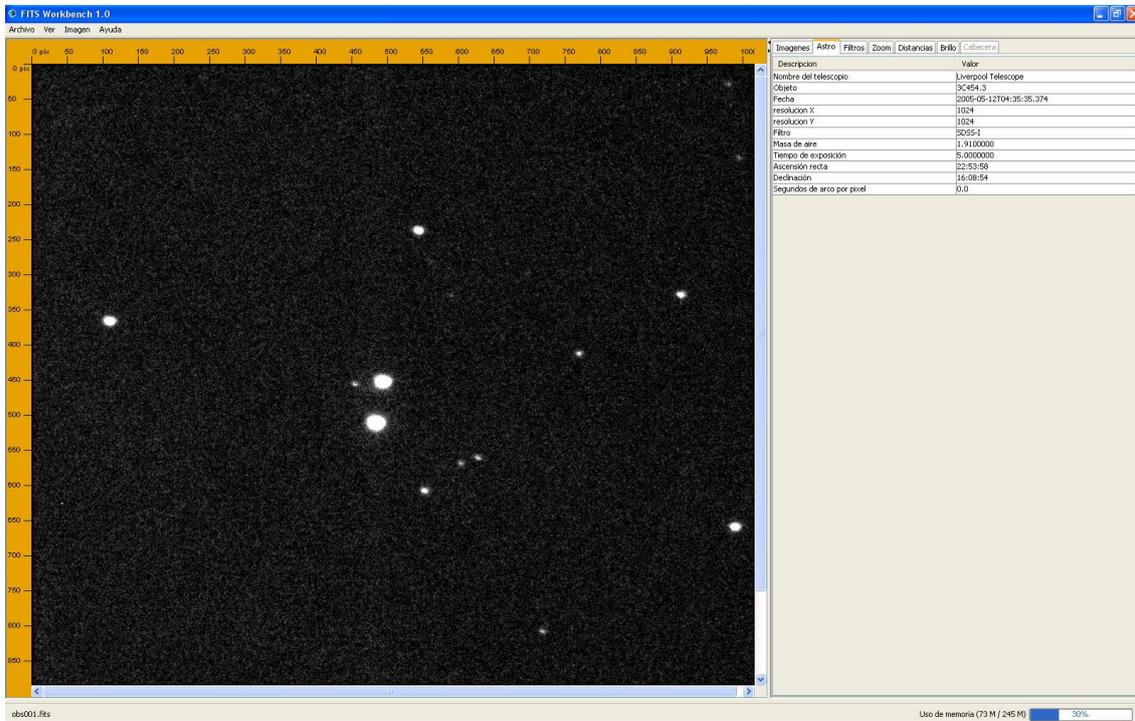
Una vez cargadas las imágenes en el programa, podrás obtener información de cada una de ellas en la pestaña *ASTRO*, por ejemplo, fecha y hora en que se tomó la imagen. Estos datos, junto con el brillo de los cuerpos celestes a estudiar, es lo que necesitaremos para realizar nuestra práctica.



Proyecto
Educativo con
Telescopios
Robóticos

DISTANCIAS (2ª Parte). CUÁSARES

Haciendo uso del zoom y de los filtros, mejoraremos la visualización de la imagen para poder encontrar el cuásar que queremos estudiar. Para localizarlo, usaremos una carta celeste de la zona del cielo en la que se encuentra 3C454.3, en la que hemos marcado la posición del cuásar y de dos estrellas no variables ('star 1' y 'star 2') que nos servirán como estrellas de referencia.



Proyecto
Educativo con
Telescopios
Robóticos

DISTANCIAS (2ª Parte). CUÁSARES

Es muy importante estar seguros de que hemos localizado el cuásar sin ningún tipo de dudas, pues si nos equivocamos en esto, todas las medidas posteriores estarán mal. Por ejemplo, en la imagen de arriba tenemos que darnos cuenta de que el campo está girado 180° sobre el eje vertical respecto a la carta celeste, es decir, es su imagen especular. Si en alguna de las imágenes tenemos dudas a la hora de localizar el cuásar, es preferible desechar dicha imagen y no tenerla en cuenta.

¡Cuidado! Las imágenes obtenidas con un telescopio, por lo general, tienen la misma orientación, pero no siempre tiene que ser así. Algunos telescopios poseen una montura que hace que al tomar imágenes de una misma región del cielo, su orientación cambie en función de la posición del telescopio. Este es el caso del Telescopio Liverpool y de la serie de imágenes del cuásar 3C454.3 que estamos estudiando. Ten en cuenta esto a la hora de buscar el cuásar en cada una de las imágenes.

4



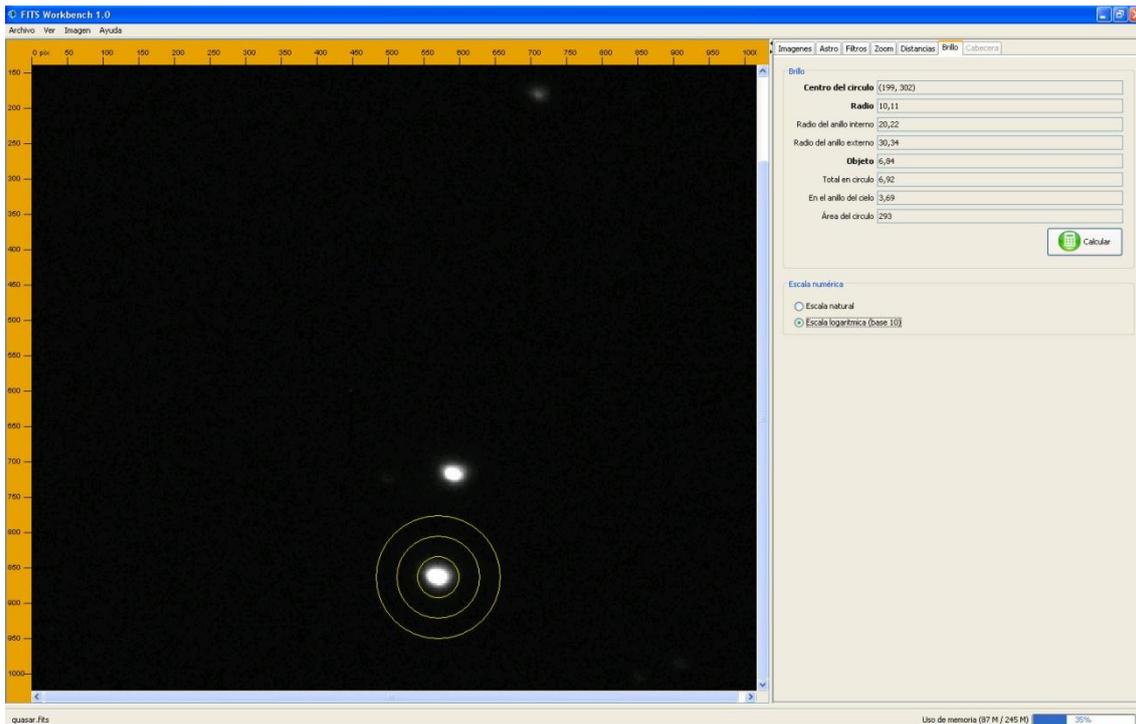
Si te fijas en las tres imágenes anteriores, el campo ha rotado, por lo que tienes que comparar la posición de los objetos brillantes en la imagen hasta que identifiques correctamente al cuásar y a las estrellas de referencia 1 y 2 antes de medir sus brillos. Repetimos: en caso de duda es mejor desechar la imagen.

En una cámara CCD, a medida que el sensor se expone a la luz, cada píxel va recibiendo fotones en función del brillo del objeto que se fotografía. Cuanto más brillante sea el objeto, más fotones llegarán a cada píxel de su imagen. Lo que haremos es cuantificar cuántos fotones hay en todos los píxeles que forman la imagen de cada uno de los objetos estudiados: el cuásar y las dos estrellas de referencia. Para ello, utilizaremos la herramienta *Brillo* de nuestro programa. Si te fijas, cuando la tienes seleccionada y pulsas con el botón izquierdo del ratón sobre el centro del objeto y te desplazas, se forman tres círculos.



Proyecto
Educativo con
Telescopios
Robóticos

DISTANCIAS (2ª Parte). CUÁSARES



Lo que hace el programa es sumar todas las cuentas (que es una manera de cuantificar la cantidad de fotones) que existen en todos los píxeles que hay dentro del primer círculo, para el cual podemos elegir nosotros el tamaño que queramos en función del tamaño del objeto a estudiar.

Aparte de los fotones que provienen del objeto, a la cámara también le llegan fotones procedentes del fondo del cielo y del ruido térmico de la propia cámara, que hay que restar al total para obtener los fotones del objeto. Estas dos contribuciones son más o menos constantes en un área cerca del objeto, por eso, para determinarlas usamos los otros dos círculos. Lo que hace la herramienta *Brillo* es calcular una media de la cantidad de luz que existe entre el segundo y el tercer círculo para saber cuánto hay que restarle al primero. No te preocupes, tú no tienes que hacer el cálculo, el programa hace esta operación por sí mismo. Tu labor es señalar dónde está el cuásar, darle el tamaño que te parezca más adecuado a los círculos y presionar *Calcular*, y el programa se encarga de decirte el brillo que tiene el objeto (restando ya la luz proveniente del fondo del cielo).



Imágenes Astro Filtros Zoom Distancias **Brillo** Cabecera

Brillo

Centro del círculo (206, 251)

Radio 10,11

Radio del anillo interno 20,22

Radio del anillo externo 30,34

Objeto 6,84

Total en círculo 6,92

En el anillo del cielo 3,69

Área del círculo 293

Calcular

Escala numérica

Escala natural

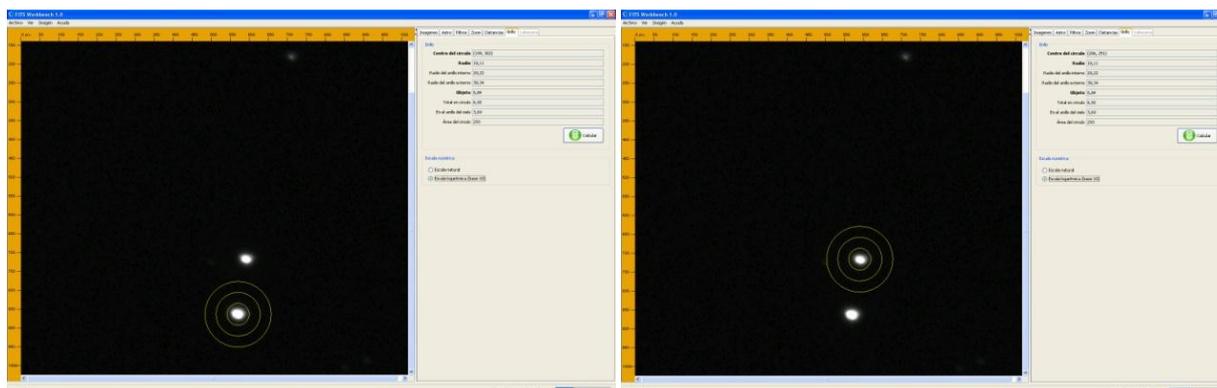
Escala logarítmica (base 10)

6

Las cuentas puedes obtenerlas en dos escalas diferentes: escala natural (obtendrás miles o millones de cuentas) o escala logarítmica (en base 10) como la que ves en la imagen de arriba. Puedes usar la que quieras, pero siempre ha de ser la misma en todas las imágenes. También es aconsejable usar siempre el mismo radio en cada una de las imágenes.

El método es el siguiente: abres una imagen, localizas el cuásar y las estrellas de referencia. Mides el brillo del cuásar y de una de las estrellas de referencia, la que elijas. Apuntas los datos y repites la misma operación con la siguiente imagen.





La técnica astronómica que estamos usando se llama **fotometría**, que consiste en medir el brillo de objetos celestes en un cierto rango del espectro electromagnético. En nuestro caso, si te fijas en la pestaña *ASTRO*, todas las imágenes se han obtenido con el mismo filtro, *SDSS-i'*, que corresponde a un rango de longitud de onda entre 6930 y 8670 Angstroms.

Cuando obtengas el brillo de la estrella de referencia, comprobarás que éste cambia. No es que sea una estrella variable, sino que cada noche y en cada momento la imagen puede estar afectada por condiciones diferentes. Por ejemplo, puede que esa noche hubiera cirros (nubes altas) o calima; incluso la diferente altura de una estrella sobre el horizonte produce cambios en la medida de su brillo. Esto último se debe al diferente camino que tiene que recorrer la luz de la estrella al atravesar nuestra atmósfera, cosa que puedes comprobar con el Sol: cuando lo ves en el horizonte al ponerse, ¿a que parece que brilla mucho menos que a mediodía?

Por eso, la medida del brillo de un objeto por sí sola no es útil si no la comparamos con alguna referencia. De ahí que necesitemos obtener el brillo del cuásar y de la estrella de referencia en cada imagen. Realizando un cociente entre ambos y representándolo para cada fecha, podemos comprobar cómo cambia el brillo del cuásar a lo largo de las semanas. Lo que estamos haciendo es **fotometría diferencial**, es decir, estudiar la variación de brillo de nuestro cuásar respecto a una estrella de brillo fijo que nos sirve de referencia.



Imagen	Fecha y hora	Brillo de 3C454	Brillo estrella referencia	Brillo cuáasar / Brillo estrella
Obs001				
Obs002				
Obs003				
Obs004				
Obs005				
Obs006				
Obs007				
Obs008				
Obs009				
Obs010				
Obs011				
Obs012				
Obs013				
Obs014				
Obs015				
Obs016				
Obs017				
Obs018				
Obs019				
Obs020				
Obs021				
Obs022				
Obs023				
Obs024				
Obs025				
Obs026				
Obs027				
Obs028				
Obs029				
Obs030				
Obs031				
Obs032				
Obs033				
Obs034				
Obs035				
Obs036				
Obs037				
Obs038				
Obs039				
Obs040				
Obs041				
Obs042				



Obs043				
Obs044				
Obs045				
Obs046				
Obs047				
Obs048				
Obs049				
Obs050				
Obs051				
Obs052				
Obs053				
Obs054				
Obs055				
Obs056				
Obs057				
Obs058				
Obs059				
Obs060				
Obs061				
Obs062				
Obs063				
Obs064				
Obs065				
Obs066				
Obs067				

Ahora, sólo tienes que representar en un gráfico la última columna frente a las fechas y comprobarás cómo ha cambiado el brillo del cuásar con el paso del tiempo.

¿Observas cómo disminuye? ¿Es esta disminución constante? ¿Ves si hay alguna periodicidad durante la bajada de brillo?



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

Contacto: **Nayra Rodríguez Eugenio** (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

10

Esta unidad didáctica ha sido financiada por:



Proyecto
Educativo con
Telescopios
Robóticos

DISTANCIAS (2ª Parte). CUÁSARES