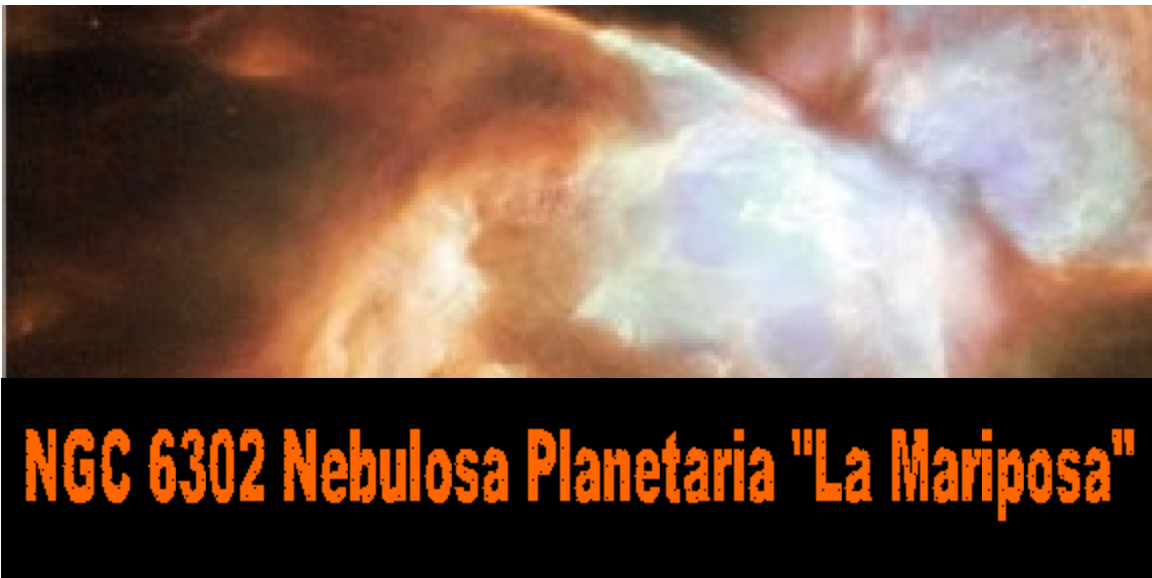




Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Departamento de Astronomía



**Asignatura:**  
Seminario de diseño:  
"Observaciones Astronómicas"

**Profesor:**  
Simon Casassus

**Grupo 1**  
**Integrantes:**  
- Alonso Gaete  
- Paloma Pérez  
- Gabriela Zúñiga

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Proyecto:

Este trabajo consiste en la obtención de una imagen a color de la nebulosa planetaria NGC6302, también conocida como “la mariposa” o “el insecto”, a partir de fotos en tres filtros(R, G, B) y en el análisis de las fotografías obtenidas en los filtros H-Alpha e Infrarrojo.

Las fotos fueron tomadas por el telescopio GOTO, ubicado en el Observatorio Nacional, en el cerro Calán. El trabajo fue realizado utilizando un lenguaje de programación adecuado (PDL), con el cual se escribieron los programas necesarios para lograr el objetivo antes planteado.

Una vez obtenidas las imágenes, se realizan los cambios necesarios para luego estudiarlas y analizarlas en detalle, comparando los datos conocidos del objeto con los obtenidos a través de ellas.

### 1.2 Objeto de Estudio:

El objeto NGC6302, se encuentra localizado en la constelación austral de Escorpión a una distancia estimada en unos 4.000 años-luz. Consiste en una nebulosa planetaria en cuyo centro se encuentra el corazón de una estrella de baja masa (una enana blanca)

Algunas características que hacen tan especial esta nebulosa son el que la estrella central se encuentra cubierta por un manto de granizo (gas altamente comprimido); el hecho de que la estrella central nunca ha sido observada (aunque se conoce que es más brillante en el ultravioleta); la composición química del anillo (o cuerpo de la “Mariposa”) donde se encuentra hielo, carbonatos (cuya presencia en la nebulosa revela una formación alternativa de estos, ante la ausencia de agua líquida), hidrocarburos y hierro.



**Figura 1.** NGC 6302 fotografiada por el telescopio de 3.6 metros del Observatorio de la Silla (ESO).  
Diámetro aparente del objeto: 0.8 minutos de arco.



**Figura 2.** Forografía de la WFPC2 (Wide Field and Planetary Camera 2) compuesta de dos exposiciones: 610 segundos en filtro H-alpha (mostrado en azul) y 470 segundos el filtro de nitrógeno ionizado (en rojo). El nitrógeno es especialmente abundante en las regiones externas, donde el gas está más frío.

El toro que envuelve la nebulosa comprende la mayor parte de la masa que ha sido expelida. Aunque no se entiende como “sobrevive” el material alrededor de la estrella central cuya temperatura es de aproximadamente 250.000°C, siendo que se estima la edad de la nebulosa en 10.000 años.

## 2. OBTENCIÓN DE LA IMAGEN:

### 2.1 Astrometría y cambio de coordenadas

Utilizando el telescopio Goto se tomaron imágenes de NGC 6302 en los filtros R, G, B. Para poder combinar las imágenes sin problemas es necesario que las coordenadas de las 3 fotos coincidan. Esto consiste básicamente “resamplear” las tres imágenes tales que las tres puedan ser utilizadas para los próximos pasos de la elaboración de la imagen a color.

La idea es transformar las coordenadas de píxeles a coordenadas celestes

$$(i, j) \longrightarrow (a, d)$$

A: Ascensión recta; d Declinación

Donde a se determina de la siguiente forma:

$$a = CDELTA1 * (i * CRPIX1) + CRVAL1$$

y d,

$$d = CDELTA2 * (j - CRPIX2) + CRVAL2$$

En donde se ha usado del sistema de coordenadas de usuario (sobre el cielo) los siguientes parámetros:

CRPIX1 - Píxel referencia sobre el eje X

CRPIX2 - Píxel referencia sobre el eje Y

CRVAL1 - Coordenada de usuario sobre el eje X para el píxel de referencia

CRVAL2 - Coordenada de usuario sobre el eje X para el píxel de referencia

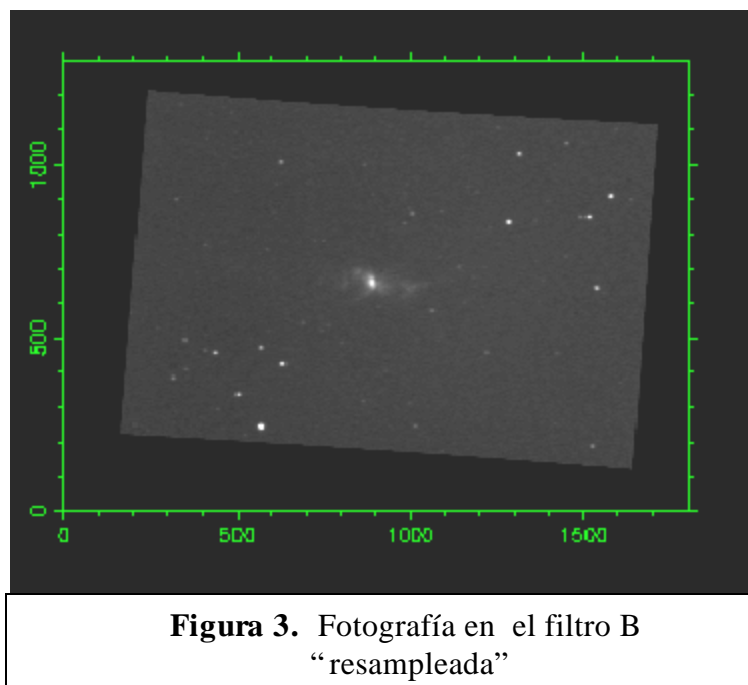
CDELTA1 - Separación entre píxeles sobre el eje X, en coordenadas de usuario

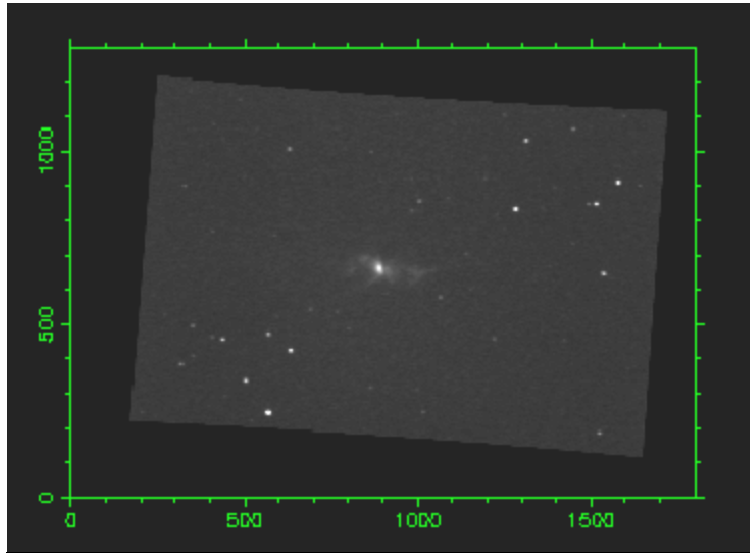
CDELTA2 - Separación entre píxeles sobre el eje Y, en coordenadas de usuario

Con esta transformación, a los píxeles de la imagen obtenida mediante el telescopio, se les asigna, a cada uno, coordenadas celestes, de acuerdo a las coordenadas, ya establecidas, de las que se encuentran alrededor del nuestro objeto principal. Para ello, se procede a elaborar una lista de estrellas que se encuentren en la foto, indicando su posición en el cielo (coordenadas celestes) y en la imagen del GOTO (coordenadas de píxel).

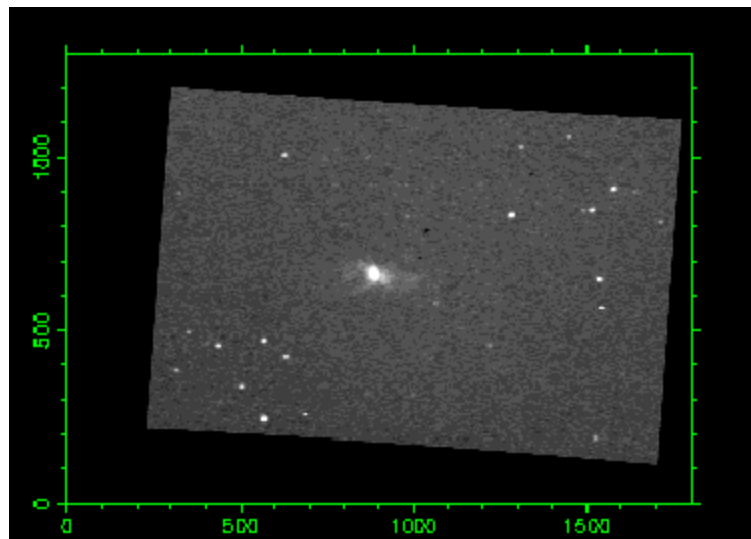
Una vez elaborada la lista, se procede a determinar el centro de la imagen.

Se utilizaron las coordenadas de 14 estrellas por cada foto, respectivamente. El tamaño total de la imagen es el mismo en las 3, 1300 x 1800.

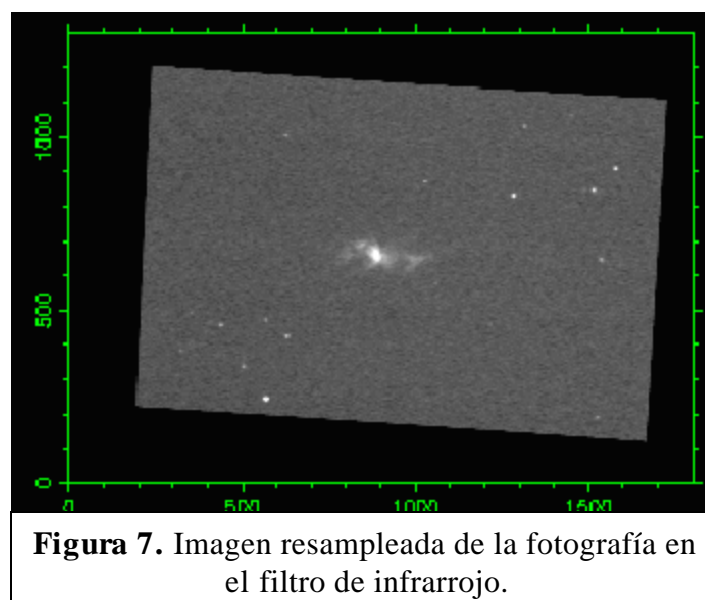
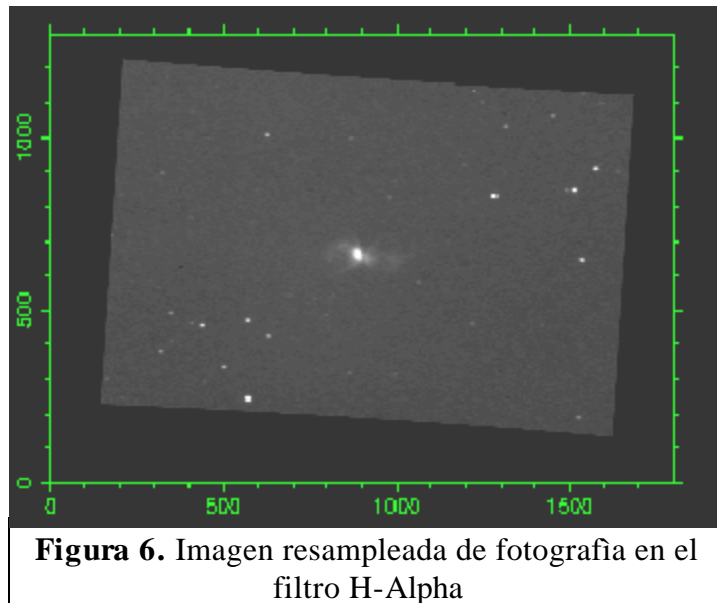




**Figura 4.** Fotografía en el filtro G  
“resampleada”



**Figura 5.** Fotografía en el filtro R “resampleada”



Observaciones:

1.- Se puede apreciar que la imagen en el filtro R se encuentra ligeramente desplazada hacia la derecha con respecto a las otras dos. Esto no representaría un problema mayor en el trabajo ya que el centro de las 3 fotografías coincide. ( Se escogió como centro un punto ubicado al interior d la nebulosa).

2.-Recortando estas tres imágenes, del mismo tamaño, de manera que solo se observe la nebulosa y realizando la suma en todo el recorte los resultados fueron los siguientes:

R: 14.770.770,0

G: 20.287.394,0

B: 20.006.790,0

Es directo apreciar que la fotografía de mayor intensidad es la tomada en el filtro verde. Le sigue la fotografía en el filtro azul y en último lugar la fotografía en el filtro rojo.

3. Aunque no se utilizan en la creación de fotografía en color, también se efectuó el mismo trabajo para los filtros I y H-alpha, los resultados son:

I: 9.764.141,0

H: 21.228,0

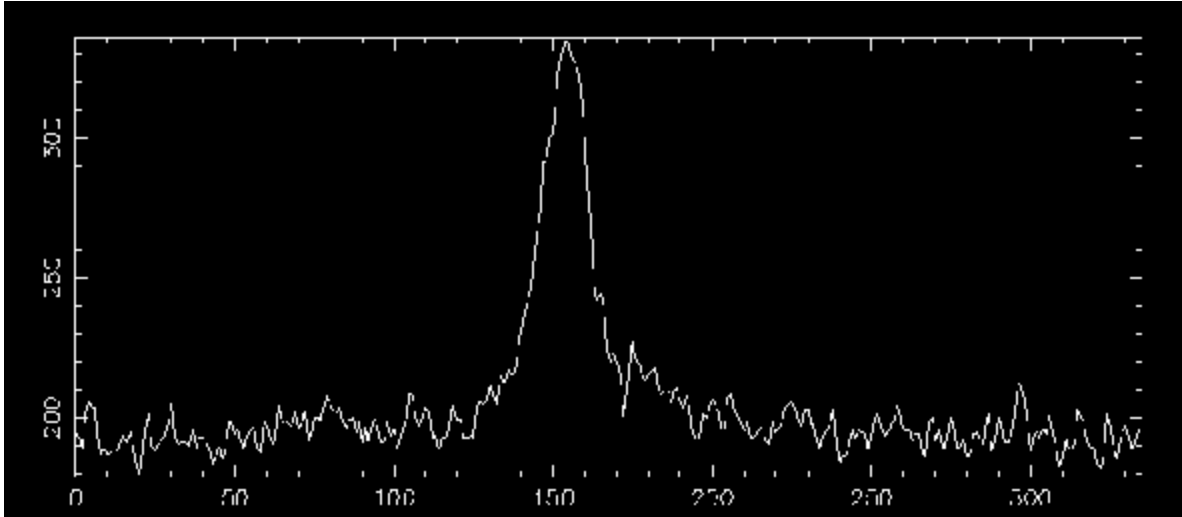
## **2.2 Imagen a color:**

La obtención de la imagen se resume de la siguiente forma:

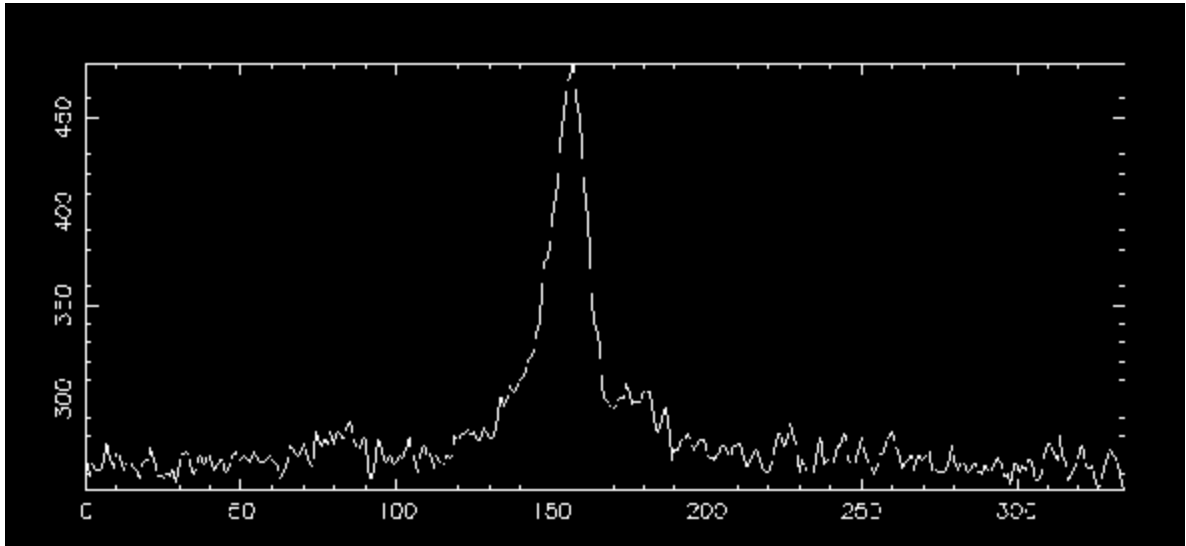
1.- Por medio del programa resam.pl se obtienen las imágenes en los filtros R (rojo), B (azul), y G (verde) “resampladas”

2.- Una vez obtenidas las imágenes se procede a buscar el máximo de intensidad luminosa de píxel usando el programa view.pl (facilitado por el profesor), medido en el mismo objeto de observación (nebulosa).

Por ejemplo, para la imagen “resamplada” en el filtro rojo, se encontró que el máximo valor de esta imagen, correspondía a 352.7, el cual fue aproximado a 360 para simplificar el trabajo (análogo para las otras fotografías). Se le resta una cantidad fija escogida cuidadosamente a toda la foto, de esta forma se pierden ciertos datos, pero no se consideran relevantes. La pérdida de estos ayuda a dar contraste al objeto, quedando mejor definidos su forma y tamaño.

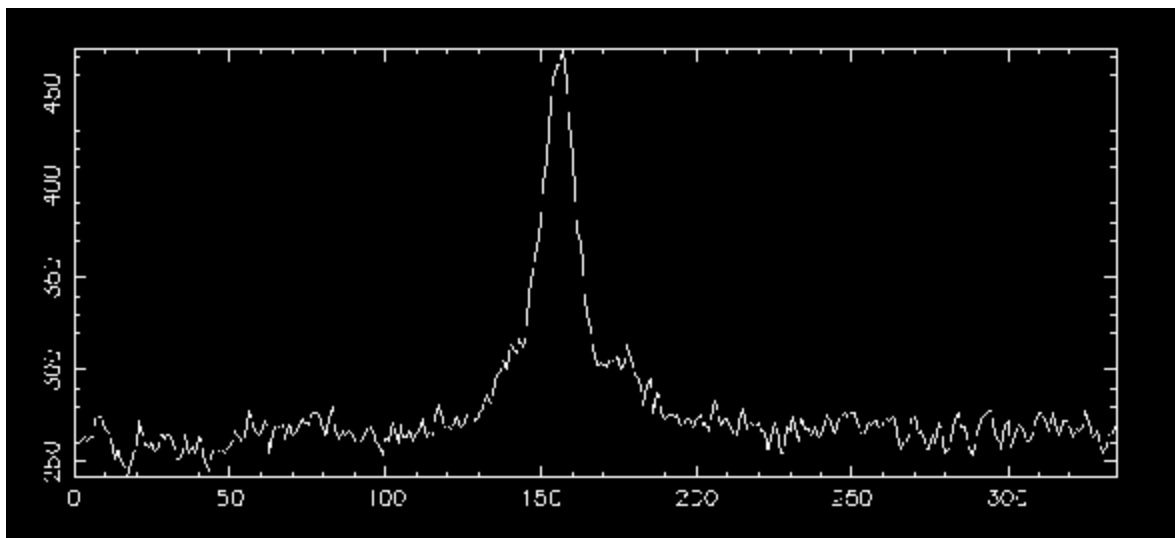


**Figura 8.** Gráfico resultante para el máximo de la imagen de la nebulosa, en filtro rojo



**Figura 9.** Gráfico resultante para el máximo de la imagen de la nebulosa, en filtro verde





**Figura 10.** Gráfico resultante para el máximo de la imagen de la nebulosa, en filtro azul

3.- La función que permite la creación de una imagen a color solo recibe datos cuyos valores se encuentren entre 0 y 1. Por esta razón se divide por el máximo valor encontrado en la imagen (se considera que ya se resto cierto valor).

4.- Se trabaja con recortes de las imágenes, de igual tamaño centradas en la nebulosa, que es lo que interesa.

5.- Se mezclan las imágenes y se obtiene el resultado final, una imagen a color.

### CÓDIGO:

```

use PDL;                                # Carga las librerías. Primero la general del PDL
use PDL::NiceSlice;                    # Módulo que facilita la descripción de extractos
use Vtools;
use strict;                             # Modo de programación estricto a partir de aquí
use PDL::Graphics::PGPLOT::Window;    # Rutinas para presentar gráficos PGPlot

my $im_B = rfits('testB.fits');        # Lee el fichero testB.fits en el piddle $im_B (capa azul)

$im_B -= 250.;                          # A toda la capa, le restamos 250 a cada pixel
$im_B /= 250.;                          # A toda la capa, le dividimos por 250 cada pixel
$im_B->where($im_B < 0) .= 0 ;            # Aquellos píxeles de la capa que ahora sean negativos,
                                          # los ponemos a 0
$im_B->where($im_B > 1) .= 1 ;            # Aquellos que superen el valor 1, les ponemos a 1

```

```

my $im_R = rfits('testR.fits');           # Leemos otra capa (parte roja)
$im_R -= 180.;                             # Igual que antes, a la capa le restamos 180
$im_R /= 180.;                             # y la dividimos por 180.0
$im_R->where($im_R < 0) .= 0 ;              # Igual que antes, ajustamos los valores de los píxeles
                                           # entre 0 y 1

$im_R->where($im_R > 1) .= 1 ;

my $im_G = rfits('testG.fits');           # Mismo trabajo para la capa verde
$im_G -= 230.;                             # Ajustando la imagen por 230.0
$im_G /= 230.;                             # y reajustando los límites entre 0 y 1
$im_G->where($im_G < 0) .= 0 ;
$im_G->where($im_G > 1) .= 1 ;

my $B = $im_B(724:1059,557: 783);         # Recorte de imágenes se deja sólo la nebulosa y se
                                           # desecha su entorno

my $R = $im_R(724:1059,557: 783);
my $G = $im_G(724:1059,557: 783);

&Vtools::view($R);
&Vtools::view($G);
&Vtools::view($B);

my $cube = zeroes($R->dims,3);            # Creamos un cubo vacío , de 'ancho' y 'alto' igual al de la
                                           # nueva capa roja (recorte) y con una 'profundidad' de 3 ( ancho
                                           # * alto * 3 )

$cube(:,:, (0)).= $R;                    # Guardamos el recorte rojo en el primer nivel del cubo, se
                                           # pinta rojo

$cube(:,:, (1)).= $G;                    # El recorte verde, en el segundo, se pinta verde
$cube(:,:, (2)).= $B;                    # El recorte azul, en el tercero , se pinta azul

my $win = pgwin(Dev => '/xw');           # Creamos una conexión con el servidor de ventanas PGPlot
$win ->rgbi($cube);                       # y presentamos el cubo como si fuera una imagen rgb (colores)

while (!<>) {};                           # Esperamos la pulsación de una tecla

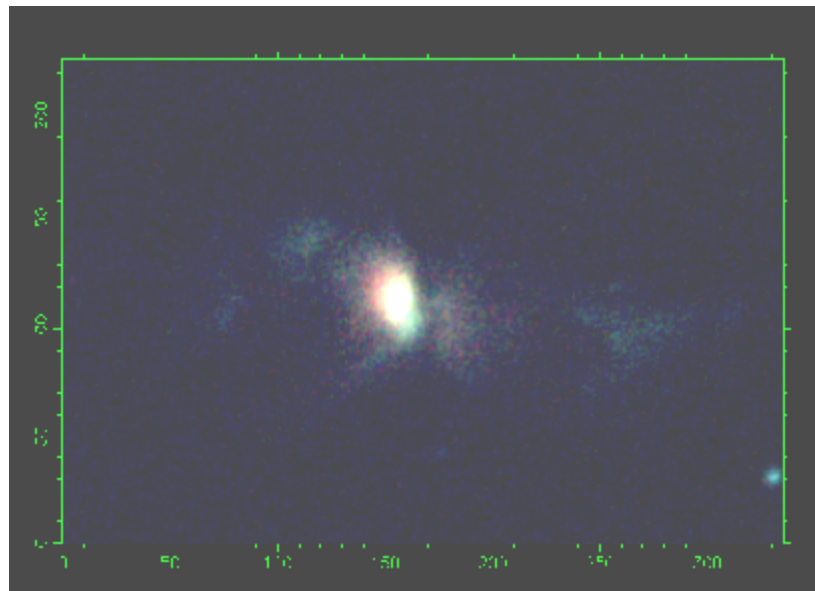
```

### Resultados:

Realizando diferentes combinaciones se obtuvieron varias imágenes en diversos colores. Los cambios efectuados en el código original se muestran en el siguiente ejemplo:

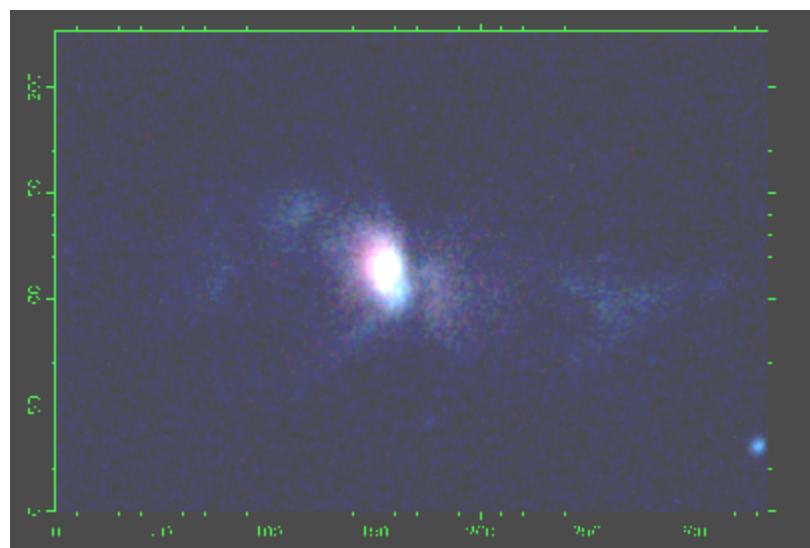


Se obtiene la siguiente imagen:

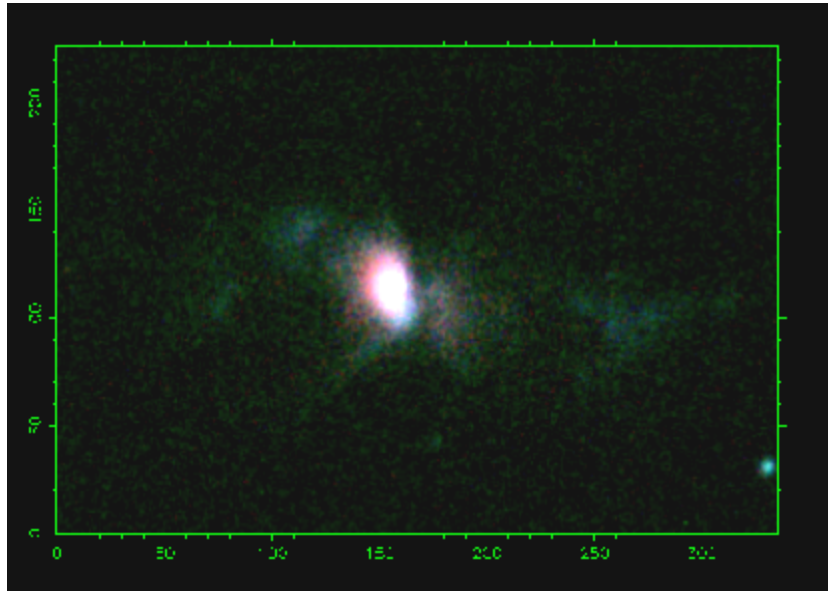


**Figura 12.** Segundo resultado.

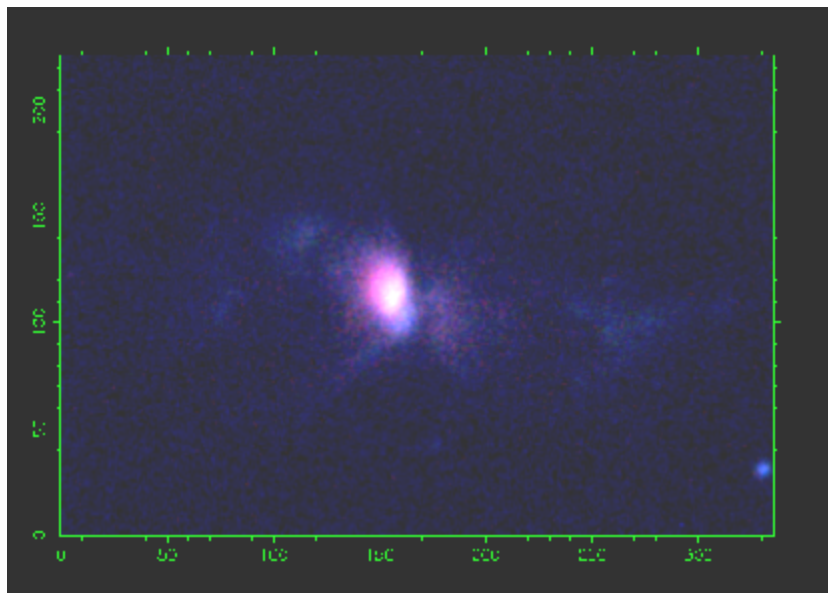
De manera análoga se realizaron distintas combinaciones, de las cuales se muestran algunos resultados más:



**Figura 13.** Tercer resultado.



**Figura 14.** Cuarto resultado



**Figura 15.** Quinto resultado

### 3. ANÁLISIS:

- 1- La nebulosa puede ser observada en los tres filtros de color. En la imagen resultante, originalmente de la primera, existe cierta preponderancia del verde.
- 2- La nebulosa es observable tanto en el infrarrojo como en el filtro de H-alfa. Las imágenes en H-alfa se utilizan en el estudio de la cromosfera del sol, lugar donde las temperaturas alcanzadas van desde 6000 K hasta los 20000 K. El que sea observable en el infrarrojo puede deberse a material no ionizado. Este tipo de observaciones (en infrarrojo) indican la presencia de polvo estelar y gas a baja temperatura, los cuales absorben luz de la estrella central (que no es visible en la foto) y lo reemiten en longitudes de onda infrarroja.
- 3- El que sea observable en el espectro H-alfa indica la presencia de hidrogeno ionizado, por lo cual se puede decir que NGC6302 se trata de una nebulosa de emisión.
- 4- El objeto se orienta claramente alrededor de dos ejes de simetría, lo que le otorga cierta bipolaridad. Es más estrecha en su centro y abultándose muy cerca de él formando lóbulos complejos a ambos lados de este.
- 5- Cabe destacar que de acuerdo a la fotografía es mucho más brillante el lóbulo izquierdo en los espectros visible y H-Alpha indicando gran cantidad de concentración de elementos en esa zona.
- 6- Se observa una especie de cinturón (toro) oscuro que envuelve la cintura de la nebulosa.

#### 4. CONCLUSIONES

-En las fotografías obtenidas se observa a simple vista la forma y tamaño de la nebulosa. Se puede considerar que el trabajo realizado fue correcto y que los errores durante el proceso fueron mínimos.

- La estrella que originó la nebulosa (enana blanca) no es visible en las fotografías. Se encuentra rodeada por un cinturón negro ubicado al centro del objeto, ( claramente visible en las fotografías) lo que dificulta su observación. Esto indicaría la presencia de algún tipo de material, (polvo) rodeando la estrella.

-Tal como se conocía la nebulosa presenta, aparentemente, ejes de simetría, y se distinguen los bulbos extremales de ella. Lo más probable que este objeto haya adoptado esta forma debido a la existencia de un sistema binario en su interior.

- De acuerdo a lo expuesto anteriormente, en la descripción de nuestro objeto, existe una gran cantidad de material “calentado” en la nebulosa por la estrella central. Esta situación explica el gran valor de la suma de los valores de píxel en la imagen de este filtro (infrarrojo). Por lo que es muy probable que supere los 20000K. Más aun debido a la gran luminosidad en el centro de esta nebulosa detectable en todos los filtros vistos (ya que existe bastante cantidad de material ionizado), se pensaría que los 20000K es superado con creces.

#### 5. REFERENCIAS

<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

<http://skyview.gsfc.nasa.gov/>

[Morfology of planetary nebulae with binary cores](#) (The effect of gravitational focusing by the companion to the mass-losing star)  
A. J. Gawryszczak, J. Mikolajewska, M. Rózyczka.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Planetary\\_nebula](http://en.wikipedia.org/wiki/Planetary_nebula)

[http://www.astroenlazador.com/article.php3?id\\_article=424](http://www.astroenlazador.com/article.php3?id_article=424)