

Breve introducción al "narrowbanding"

I. Rodríguez and O. Lehmkuhl

January 4, 2008

Los estudios sobre las regiones de formación de estrellas en nuestra galaxia son parte de la evolución de nuestro conocimiento sobre el universo. Las regiones de formación de estrellas están determinadas usualmente por las medidas de las líneas de emisión debido a que las estrellas ionizan el gas que las envuelve. Una de las líneas de emisión más estudiadas correspondiente con el $H\alpha$ ($656.3nm$), fundamentalmente debido a que su presencia es directamente proporcional al número de fotones ionizados por estrellas masivas. La fotografía en banda estrecha (narrowband imaging) puede mostrar detalles de esas zonas de ionización. Para ello se analiza los datos científicos obtenidos ayudando a la identificación de las diferentes regiones en la nebulosa.

En el caso de los astrofotógrafos amateurs, el uso de filtros de banda estrecha es una técnica para reducir el brillo de la Luna (en las noches de Luna llena) o para lidiar con la contaminación lumínica de nuestras ciudades. El principal objetivo de este escrito es presentar las líneas de emisión más comunmente usadas en astrofotografía de banda estrecha junto con los diferentes objetos de cielo profundo que suelen emitir en esas longitudes de onda.

1 Líneas de emisión más usadas

En esta sección hacemos un pequeño resumen de las líneas de emisión más comunmente usadas en astrofotografía de banda estrecha así como sus características fundamentales. En la siguiente imagen 1, se muestran estas líneas y su correspondiente longitud de onda [1].

Comenzando desde las longitudes de ondas más largas a las más cortas nos encontramos con la doble línea de emisión del **Azufre (S)** (**[S II]**), a las longitudes de onda de $671.6nm$ y $673.1nm$ que se corresponden con la parte roja del espectro visible ¹. Se representa entre corchetes debido a que es una línea prohibida ². El [SII] se observa generalmente en nebulosas de emisión y se ha observado que la relación [SII]/ $H\alpha$ tiende a incrementar a medida que disminuye los valores absolutos de $H\alpha$ [2].

¹ es la parte del espectro electromagnético que es visible al ojo humano desde 380 a 750 nm

²Una línea prohibida no está realmente 'prohibida', solamente es una línea de emisión o estado de excitación del átomo que ocurre en determinado tipo de nebulosas, pero que es imposible que se puedan reproducir en laboratorios ubicados en la Tierra

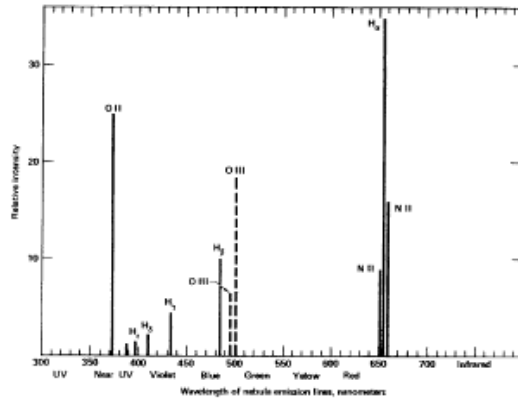


Figure 1: Líneas de emisión más comunes

La doble línea de emisión del **Nitrógeno ([NII])** a las longitudes de onda de $654.8nm$ y $658.3nm$ está también en la parte roja del espectro visible. Se encuentra muy cercana al $H\alpha$ ($653.6nm$) y en el caso de muchos filtros de $H\alpha$ utilizados por astrónomos aficionados también pasa la líneas de emisión del [NII]. Como en el caso del [SII], se observa la misma tendencia a incrementar a medida que la intensidad del $H\alpha$ disminuye [2].

La línea de emisión más común en las regiones de formación de estrellas es la del **Hidrógeno alfa** ($H\alpha$) a $653.6nm$, que al igual que el [SII] y el [NII] se corresponde con la parte roja del espectro visible. En fotografía de banda estrecha es el filtro más utilizado ya que el hidrógeno alfa es muy abundante en las nebulosas de emisión (ver fig. 2).

Otra línea de emisión muy común en las nebulosas es la del **Oxígeno** doblemente ionizado (**[OIII]**) a $495.9nm$ y $500.9nm$. Esta banda se encuentra justamente en el centro del espectro electromagnético correspondiendo con el verde. Es muy común en nebulosas planetarias y remanentes de supernovas.

La línea de emisión del $H\beta$ a la longitud de onda de $486.1nm$ se encuentra en la parte azul del espectro electromagnético. La mayor parte de las emisiones de $H\alpha$ detectadas provienen de la recombinación del hidrógeno y según las leyes de la física, la relación de $H\alpha$ a $H\beta$ es aproximadamente 3:1, por tanto esta también es una línea de emisión bastante común. El mayor problema viene de que la presencia de polvo interestelar absorbe fundamentalmente luz azul, por lo que esta línea de emisión no es tan observada como la del $H\alpha$.



Figure 2: La nebulosa del Corazón en Casiopea en $H\alpha$.

2 Seleccionando objetos para fotografía de banda estrecha

Usualmente las fotografías de banda estrecha realizadas por astrónomos amateurs se obtienen utilizando filtros de $H\alpha$, SII y $OIII$. Existe una gran cantidad de objetos de cielo profundo que pueden ser candidatos para imágenes de banda estrecha.

Antes de programar una sesión de fotografía de banda estrecha es importante chequear que el objeto seleccionado emite en las longitudes de ondas que permiten los filtros que emplearemos, ya que de lo contrario puede ser una pérdida de tiempo y podemos emplear horas para obtener una RSR muy baja. Los objetos más susceptibles de este tipo de estrofotografía son las nebulosas de emisión, las nebulosas planetarias y los remanentes de supernovas.

Nebulosas de emisión

Las nebulosas de emisión son nubes brillantes de gas interestelar excitado por la radiación de alta energía de las estrellas calientes cercanas. El material entre las estrellas es rico en el elemento más abundante de la naturaleza, hidrógeno. El hidrógeno es ionizado y brilla con una tonalidad roja. En estos objetos también usualmente se puede encontrar trazas de oxígeno y azufre.

Hacer una lista de nebulosas de emisión que pueden ser objeto de fotografía en banda estrecha puede ser larga. Entre las más 'famosas' se pueden mencionar las nebulosas del alma y el corazón en la constelación de Casiopea (IC 1848 y IC

1805), la nebulosa Pacman (NGC 281) también en Casiopea; las nebulosas de Norteamérica y el Pelicano (NGC 7000 y NGC 5070) en el Cisne; la nebulosa de la Roseta (NGC 2237) en Monoceros, la nebulosa del Águila (M16) en Serpens Cauda, la nebulosa del cisne (M17) en Sagitario entre otras.

Nebulosas planetarias

Las nebulosas planetarias son el remanente de las capas más externas de una estrella del tipo de nuestro Sol. En otras palabras, lo que vemos cuando observamos una nebulosa planetaria es el futuro de nuestro sol. Cuando una estrella del tipo del Sol ha quemado todo su hidrógeno en Helio en su núcleo, se convierte en una gigante roja llegando a quemar también el carbono en oxígeno en las reacciones nucleares que ocurren. Después de esto, las capas externas se expanden y las inestabilidades provocadas causan la emisión de ingentes cantidades de la masa de la estrella. En el centro solo permanece una pequeña estrella central.

La mayoría de las estrellas emiten en continuo, pero las estrellas que han envejecido hasta convertirse en nebulosas planetarias tienen su espectro de emisión alterado debido a las altas temperaturas. Como resultado, el espectro de emisión de estos objetos consiste en discretas líneas de emisión. Las bandas más comunes que aparecen en nebulosas planetarias se muestran en la Tabla 1.

Longitud de onda [nm]	ión	Observaciones
372.7	O II	línea prohibida
434.0	H I	$H\gamma$ (0.4 de $H\beta$)
486.1	H I	$H\beta$ (un tercio de $H\alpha$)
495.9	O III	Prohibida (un tercio de 500.7nm)
500.7	O III	Prohibida (usualmente la más fuerte)
654.8	N II	Prohibida (un tercio de 658.4nm)
656.3	H I	$H\alpha$
658.4	N II	Prohibida

Table 1: Líneas de emisión en la mayoría de nebulosas planetarias

Entre las nebulosas planetarias candidatas para fotografía de banda estrecha están la nebulosa Dumbbell (M27), la nebulosa de la Hélice (NGC 7293), la nebulosa de la mariposa (NGC 6302), la nebulosa del creciente (NGC 6888) entre otras.

Remanentes de supernovas

Cuando una estrella significativamente más masiva que nuestro sol consume todo su combustible, se colapsa y explota en una catastrófica supernova. La explosión de la estrella arrasa todo lo que existe a su alrededor en una inmensa burbuja. Esta carcasa de gas radiante forma una nebulosa que los astrónomos llaman remanente de supernova.

El más famoso remanente de supernova es la nebulosa del Cangrejo en Taurus (M1). En las regiones exteriores hay diferentes líneas de emisión incluyendo el rojo del hidrógeno. EN otros remanentes de supernovas como la Nebulosa de los Velos en la constelación del Cisne solamente las líneas de emisión de la onda de choque en expansión son visibles. Entre estas líneas están el oxígeno el azufre y el hidrógeno.

Es importante destacar que tanto las galaxias, como cúmulos abiertos y globulares y nebulosas de reflexión emiten en el espectro continuo, por tanto estos objetos no son apropiados para fotografía de banda estrecha

References

- [1] Brazell, O. . Nebular filters in deep sky astronomy. *Journal of the British Astronomical Association*, vol.104, no.5, p.231-235. 1994
- [2] Haffner and Reynolds and Tufte. WHAM Observations of H α , [S II], and [N II] toward the Orion and Perseus Arms: Probing the Physical Conditions of the Warm Ionized Medium. *The astrophysical Journal*. 525, L21, 1999.