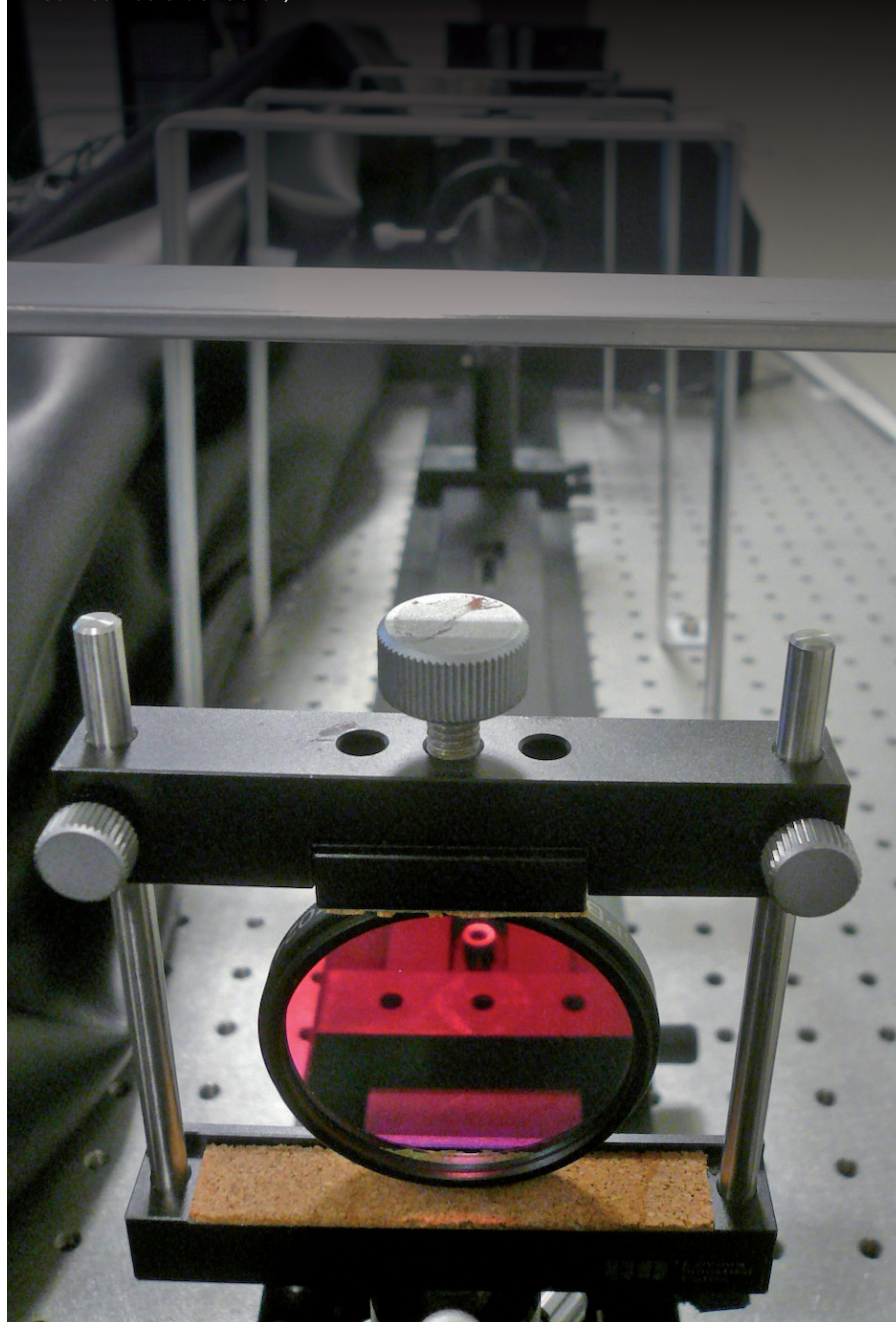


Filtro DGM-NPB listo para ser testeado. (Todas las imágenes son cortesía del autor)



Comparativa de filtros UHC

En este artículo se hará un estudio de seis de los filtros más comunes entre los astrónomos aficionados para mejora del contraste, o en términos anglosajones los tipo UHC.

CARLOS EUGENIO TAPIA AYUGA

En astronomía observacional siempre se busca la observación de objetos de cielo profundo con el mayor contraste posible entre cielo y objeto a observar. Para ello existen dos posibilidades: disponer de un cielo oscuro (la ideal) o utilizar los filtros denominados «antipolución». Esta última es muy empleada por astrónomos urbanitas o que viven cerca de grandes ciudades debido a la contaminación lumínica.

Estos filtros antipolución se basan en un principio básico, las nebulosas y objetos difusos del cielo emiten en unos colores muy estrictos (líneas de emisión); sin embargo, la emisión de las luminarias de las ciudades emiten en un rango de colores mucho más rico. Por tanto, si colocamos un filtro que sea perfectamente transparente a los colores de las nebulosas y bloquee el de las luminarias tendremos una enorme mejora del contraste, siempre comparado con el hecho de no utilizar ningún filtro.

En este trabajo haremos una comparativa de seis de los filtros más habituales usados por los astrónomos amateur para la mejora del contraste, los llamados de tipo UHC (Ultra High Contrast). Existen otros filtros mucho más «blandos» que estos, se les denomina CLS, que no son más que unos UHC con menor restricción en cuanto a los colores que dejan pasar. Estos últimos son más apropiados para telescopios de pequeña abertura, pero, al ser más complicado su estudio se dejará para otro artículo.

Normalmente, con los filtros se hace una valoración totalmente cualitativa, en otras palabras, colocando el filtro en el ocular y mirando a través de él. Pero esta metodología tiene un problema, es totalmente subjetiva, depende del observador y su experiencia, objeto a observar y la calidad e iluminación del cielo. Por todo esto, he optado por hacer un análisis cuantitativo, con datos en la mano.

INSTRUMENTAL UTILIZADO PARA LOS TEST

Para el testeado de filtros he utiliza-

do un banco óptico montado en el Laboratorio de Instrumentación Científica Avanzada de la Universidad Complutense de Madrid (LICA-UCM) (1). Dicho banco óptico (2) se construyó enfocado a la caracterización de CCD, filtros...

El montaje consiste en una lámpara incandescente, dos ruedas de filtros, monocromador controlado por ordenador y fotodiodo de referencia. La lámpara utilizada tiene emisión desde 300 nanómetros, de esta forma nos aseguramos que se pueden caracterizar filtros sin problemas, aunque trabajen en ultravioleta cercano. Además, entre el monocromador y la lámpara se ha intercalado un filtro anticalórico.

El monocromador utilizado es un Oriel Cornerstone 260 optimizado para el azul. Para controlarlo se diseñó un software específico para tener un control total de la salida de luz con precisión mejor de 0,02 nanómetros en la longitud de onda. Esto nos asegura una enorme repetibilidad y da un valor científico a los test de filtros.

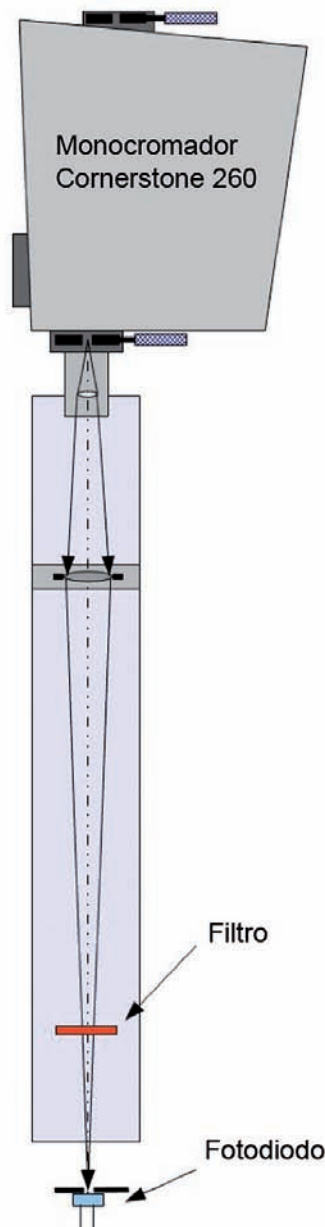
Los test de los filtros de este artículo se han colocado siempre perpendiculares al haz de luz con un error de $\pm 0,01^\circ$.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE GRÁFICOS

Una cámara de astronomía (en adelante CCD) tiene un espectro de sensibilidad expandido respecto al de la visión humana, esto quiere decir que tienen un rango de sensibilidad a los colores mucho mayor que el de nuestra vista. Un CCD, que no tenga filtros delante y que sea en blanco y negro (monocromo), puede «ver» desde el ultravioleta cercano, unos 350 nanómetros, hasta el infrarrojo cercano, 1200 nanómetros. Un CCD a color tiene una serie de filtros pegados al sensor que intentan imitar la visión humana, que tiene un rango de sensibilidad (siempre hablando de visión diurna) de 350 a 750 nanómetros, aunque este último valor se discute bastante (3).

Una caracterización espectral de un filtro se representa típicamente mediante la transparencia frente a

FIGURA 1 Esquema del montaje.

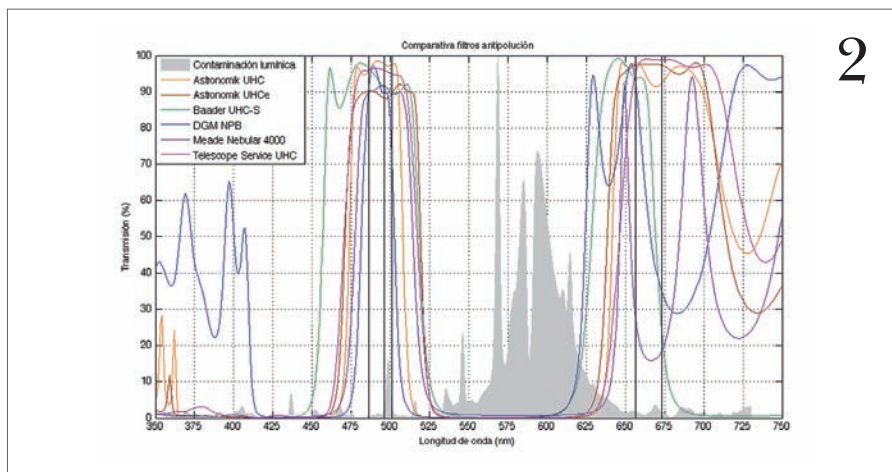


la longitud de onda (color). De esta forma nos podemos hacer una muy buena idea de si nuestro filtro en particular dejará pasar un color u otro antes de comprarlo, y así evitar sorpresas desagradables. Una muy buena propiedad de las caracterizaciones espectrales es que los resultados son aditivos; en otras palabras, los resultados por ser numéricos se pueden hacer cálculos de transmitancia cuando juntamos varios filtros. Por ejemplo, si tenemos un filtro que deja pasar de 400 a 800 nanómetros con una transparencia del 90 %, y otro que deja pasar de 350 a 700 nanómetros con una transparencia del 80 %, al superponer ambos se tendrá un filtro que

deja pasar de 400 a 700 nanómetros con un 72 % de transmisión.

Los parámetros fundamentales que tenemos que fijarnos en un gráfico de un filtro que vayamos a analizar para observación visual son tres:

- › **Zonas sin transmisión.** A mayor anchura de estas zonas menor cantidad de luz llegará a nuestro ojo, por tanto, más oscuro será el filtro.
- › **Pendiente de las subidas/bajadas de transparencia y distancias entre la subida y la bajada.** Es un indicativo de que es restrictivo en cuanto nos movemos ligeramente de color, podemos pasar de verlo a no verlo. Si la subida y la bajada están muy juntas indicarán que el filtro es muy restrictivo en ese rango, nos



2

tes: Astronomik UHC, Astronomik UHCe, Baader UHC-S, DGM NPB, Meade Nebular 4000 y Telescope Service UHC.

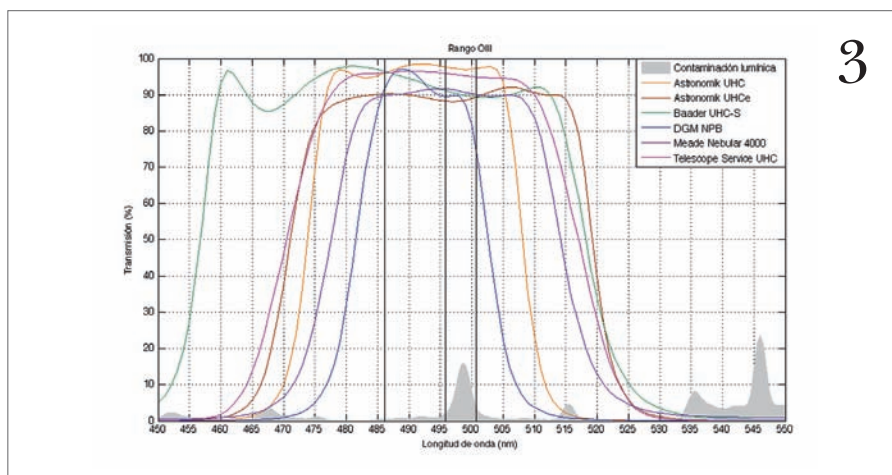
En la sección anterior se han detallado los tres puntos principales en los que hay que fijarse del espectro de transmisión de un filtro visual. Además, para ayudar en el análisis se ha añadido de fondo el espectro de la iluminación nocturna del cielo de Madrid, ver Figura 2.

Visión general

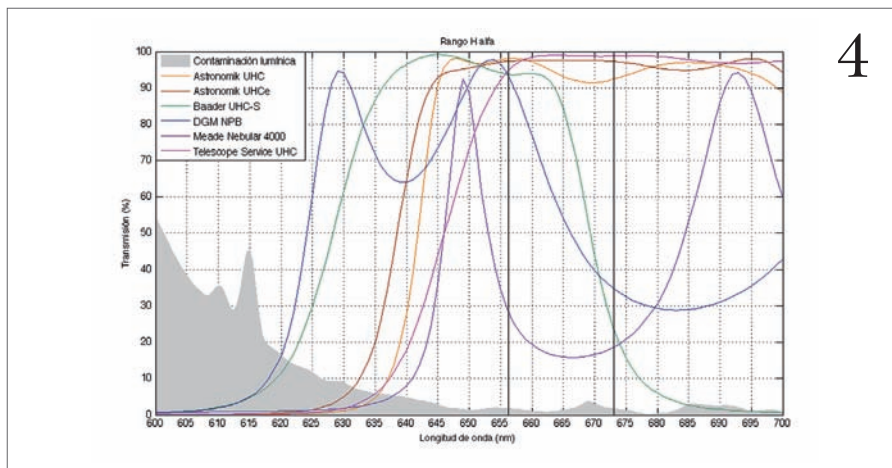
Cuando superponemos los espectros de todos los filtros, lo primero que llama la atención es que el DGM NPB destaca por tener una fuerte transmisión en la zona azul del espectro, por debajo de 410 nm, esto cambiará el tinte verdoso que suelen dar los filtros UHC en las estrellas por uno más neutro y natural.

Además, también podemos ver que tienen poca o prácticamente ninguna transmisión en la zona de emisión de las luminarias madrileñas. Lo que confirma que, efectivamente, estamos ante un conjunto de filtros que darán un muy buen contraste desde ciudad.

Para poder entrar en detalles, y hacer una verdadera comparativa, veamos una ampliación en la zona en torno a las líneas de emisión que nos interesan.



3



4

FIGURA 2 Superposición de los seis filtros a comparar, espectro de la contaminación lumínica y las seis líneas espectrales de referencia. **FIGURA 3** Ampliación de la respuesta espectral en torno al O III. **FIGURA 4** Ampliación de la respuesta espectral en torno al H alfa.

aislará un color respecto a colores cercanos.

› **Líneas espectrales.** Se estudiarán las líneas espectrales que más nos interesen para la observación, en este caso las de nebulosas. Por orden de izquierda a derecha en los gráficos, son H beta (486,1 nm), O III

(495,9 – 500,7 nm), H alfa (656,3 nm) y S II (671,6 – 673,1 nm).

RESPUESTA ESPECTRAL DE LOS FILTROS

Tal y como se ha dicho antes, en este trabajo se van a comparar seis filtros diferentes, que son los siguientes:

Respuesta en torno al H beta y doblete de O III

En la Figura 3 se puede ver la ampliación de la respuesta centrada en la línea de O III.

Para hacer un análisis más sistemático se resumen en la Tabla 1 el comienzo y fin de la transmisión en longitud de onda, así como la transmisión en cada una de las líneas espectrales marcadas (H beta y el doblete de O III).

Se ve como el DGM NPB es el que tiene la banda de transmisión más estrecha, tanto que prácticamente se deja la segunda línea de emisión del O III fuera con «solo» un 72 % de transmisión. De entre los más estrechos (y, por tanto, que dan más contraste) de los

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS FILTROS EN TORNO AL H BETA Y O III

Filtro	Comienzo	Fin	τ H beta	τ O III	τ O III
Astronomik UHC	465	517	95,78	97,63	97,28
Astronomik UHCe	461	530	90,18	88,44	89,50
Baader UHC-S	445	537	96,44	90,96	89,33
DGM NPB	470	514	91,40	89,48	71,84
Meade Nebular 4000	461	545	89,75	91,57	89,86
Telescope Service UHC	459	529	96,06	95,82	94,86

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS FILTROS EN TORNO AL H ALFA Y S II

Filtro	Comienzo	Fin	τ H alfa	τ S II	τ S II
Astronomik UHC	630	---	98,05	91,93	92,36
Astronomik UHCe	624	---	97,31	97,45	97,33
Baader UHC-S	605	---	93,81	29,73	24,94
DGM NPB	606	---	94,08	36,31	34,85
Meade Nebular 4000	619	---	29,43	17,79	18,63
Telescope Service UHC	627	---	94,36	98,73	98,77

que contienen las tres líneas el mejor es el Astronomik UHC, seguido de cerca por el Meade Nebular 4000, pero este último con una menor transmisión en esas tres líneas. En un punto intermedio están tanto el Astronomik UHCe y el Telescope Service UHC. Y ya con un paso de banda mucho mayor (y menor contraste en esta banda) se encuentra el Baader UHC-S.

Respuesta espectral en torno al H alfa y doblete de S II

En la Figura 4 se puede ver la ampliación de la respuesta centrada en la línea de H alfa. En este caso no nos tenemos que preocupar por la cola derecha de transmisión, puesto que sale de la zona de visibilidad humana.

Ahora vemos que el DGM NPB es, al contrario que pasaba en O III, el que comienza antes su transmisión, por tanto, será el filtro que de unos colores rojizos más ricos que el resto de competidores. Pero también se encuentra muy cerca el Baader UHC-S. Si ahora nos atenemos a las líneas de emisión de H alfa y S II, se ve como tres de los

filtros directamente se dejan prácticamente fuera la del S II, son el Baader UHC-S, DGM NPB y Meade Nebular 4000. Si bien esta línea está cerca del límite de visión humana en condiciones nocturnas, es muy importante y dará una mayor riqueza a las nebulosas contribuyendo a tener más luz tanto en estrellas como en nebulosas.

Si nos fijamos en la línea H alfa se ve una sorpresa, el Meade Nebular 4000 se deja fuera esta línea, tiene un pico de transmisión pero está desplazado 7 nanómetros. El resto de filtros sí tienen una buena transmisión en dicha línea.

Resumiendo, los ganadores en esta parte del espectro por transmisión son el Astronomik UHCe, Telescope Service UHC y por último Astronomik UHC.

CONCLUSIONES

En base al estudio realizado, si tenemos que dar como ganador a alguno de los filtros, en lo que a transmisión y mejora del contraste se refiere, sería el Astronomik UHC, seguido muy de cerca por el Telescope Service UHC. Si tenemos un te-

lescopio con menor abertura en el que cada fotón cuenta, nuestra mejor opción será sin duda el Baader UHC-S. Y ya por último, si a uno no le gustan las estrellas con tonos verdosos y prefiere algo con colores más naturales, a costa de perder luz en las nebulosas, deberá irse al DGM NPB.

Recientemente he creado una pequeña aplicación (4) para que cada uno haga la comparación de los filtros que desee, siempre usando como referencia la base de datos (5) creada a tal efecto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin el préstamo por parte de aficionados y de Telescope Service de los filtros.

También quiero agradecer a Jaime Zamorano Calvo el cederme por tiempo indefinido el uso del banco óptico y del LICA-UCM para caracterización de filtros y cámaras. (A)

REFERENCIAS

- (1) Laboratorio de Instrumentación Científica Avanzada. guaix.fis.ucm.es/lica
- (2) «Scientific CCD characterisation at Universidad Complutense LICA Laboratory»; S. Tulloch, A. Gil de Paz, J. Gallego, J. Zamorano & C. Tapia; *Proceedings of SPIE 8453*; 2012.
- (3) *Filtros ópticos contra el efecto fototóxico del espectro visible en la retina: Experimentación animal*; C. Sánchez-Ramos; Universidad Europea de Madrid; 2010.
- (4) Software comparador de filtros. carlostapia.es/software/visualizador_comparador_filtros.html
- (5) Base de datos de filtros. carlostapia.es/curvas_filtros/revisiones.html

Carlos Eugenio Tapia Ayuga
es estudiante de Astrofísica y Óptica.



Becario en el LICA (Laboratorio de Instrumentación Científica Avanzada) en la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid.