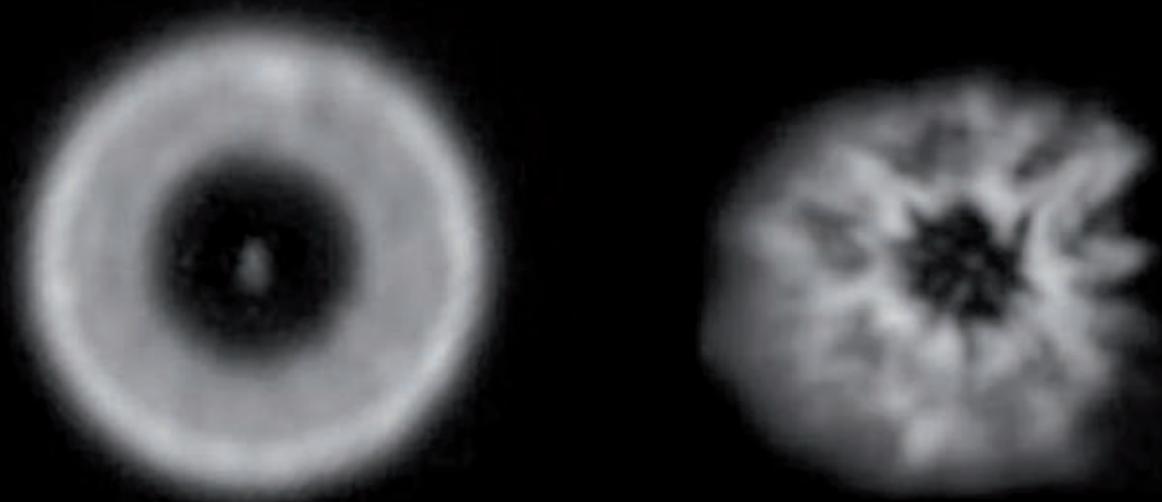


# TÉCNICAS PARA LA COLIMACIÓN DE TELESCOPIOS (PARTE I)

Colimar un telescopio es un procedimiento sencillo que consiste en alinear sus ópticas para que ofrezca imágenes nítidas y agradables a la vista.

PATRICIO DOMÍNGUEZ ALONSO

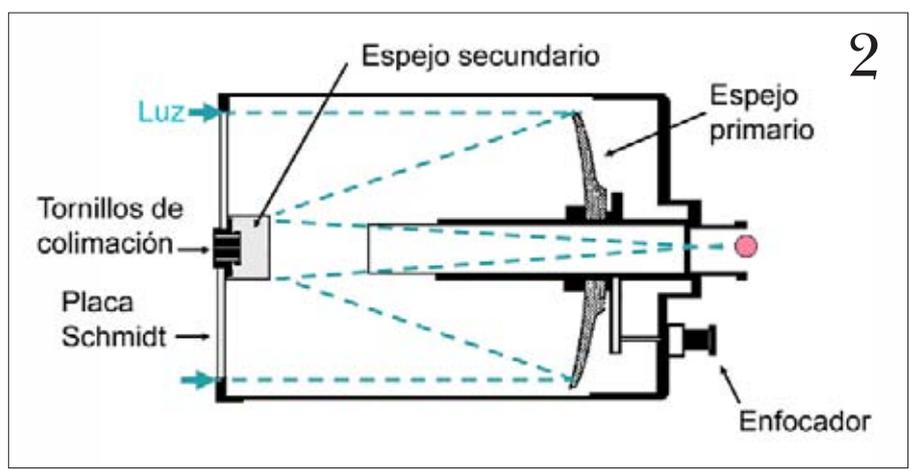


**FIGURA 1** Aspecto que presenta una estrella desenfocada en condiciones óptimas (izquierda) y con turbulencias (derecha). (Todas las imágenes son cortesía del autor)

Con el paso del tiempo y la experiencia, cuando nos acostumbramos a usar un telescopio concreto, sea de tipo newtoniano, refractor o Schmidt-Cassegrain, aprendemos a valorar si la imagen no es todo lo nítida que debiera. Con frecuencia el problema no serán desajustes de las ópticas del instrumento sino de las condiciones de observación. Si en condiciones óptimas desenfocamos la imagen de una estrella brillante veremos un disco luminoso; pero cuando hay turbulencias atmosféricas, o si el instrumento no está aclimatado correctamente, por mucho que intentemos enfocar no conseguiremos que la imagen de una estrella sea puntual. En estas condiciones una estrella desenfocada no tiene forma de disco sino de margarita, con espinas cambiantes, muy móviles, que nos impedirán hacer un buen diagnóstico del estado en que se encuentra el ajuste óptico (Figura 1). Solo cuando tengamos el hábito de usar nuestro telescopio bajo condiciones atmosféricas óptimas nos daremos cuenta de si las lentes y espejos están correctamente alineados o si la colimación necesita un reajuste. En cualquier caso, no está de más comprobar el estado de la colimación cada vez que el telescopio haya viajado. Será una buena costumbre que lo primero que hagamos al llegar al lugar de observación sea sacar el tubo de su caja de transporte para que empiece a aclimatarse incluso antes de instalar la montura; así podremos realizar un diagnóstico certero y solventar fácilmente cualquier desajuste en el momento de empezar a observar.

**COLIMACIÓN DE UN TELESCOPIO SCHMIDT-CASSEGRAIN**

Los telescopios Schmidt-Cassegrain (popularmente conocidos por las siglas SC) tienen un espejo primario esférico que para enfocar se desliza sobre un tubo central. Para corregir las aberraciones de ese espejo se usa la placa Schmidt,



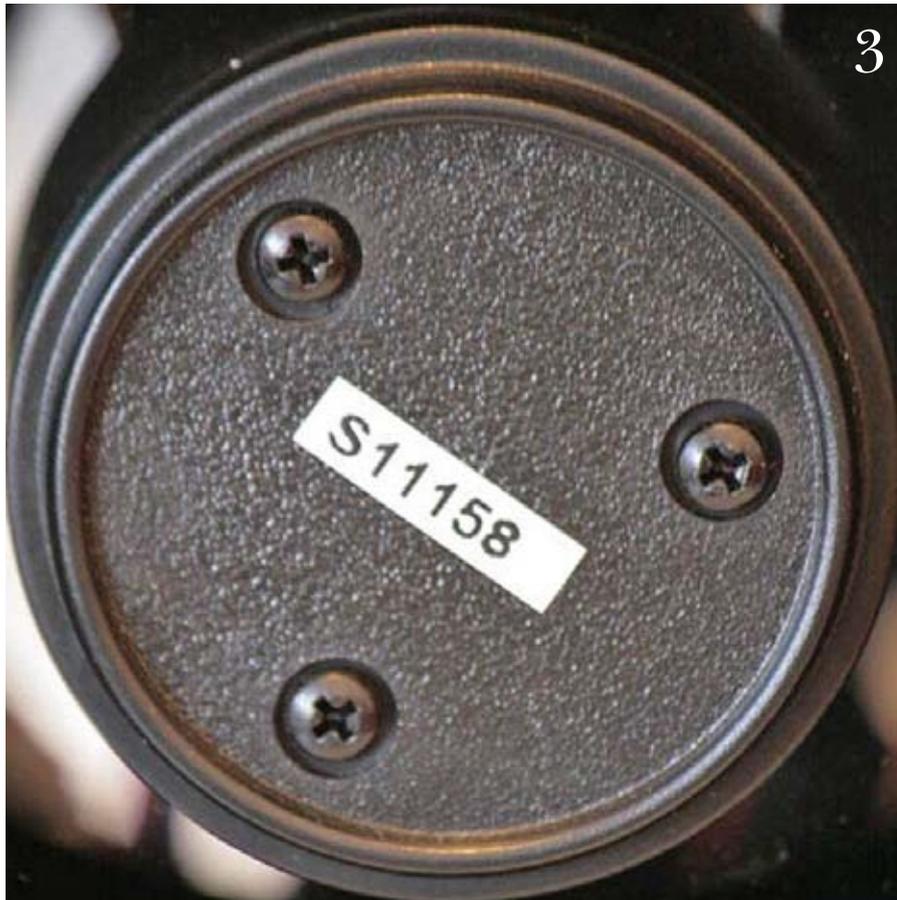
**FIGURA 2** Telescopio Schmidt-Cassegrain: la luz atraviesa la lámina Schmidt, es reflejada por el espejo primario y luego por el espejo secundario; atraviesa el primario, agujereado en el centro y forma la imagen en el portaocular (punto rosa). El enfoque se realiza por desplazamiento del espejo primario, lo que tiende a producir desajustes en cada enfoque.

que es una lámina delgada de vidrio óptico con una sección compleja, pero que resulta ser muy fácil de fabricar. En el centro de la placa Schmidt se encuentra el soporte del espejo secundario con un apantallamiento interior en forma de vaso (Figura 2). El espejo secundario es convexo y va montado sobre un soporte que oscila sobre un tetón central, que se sujeta a la base mediante los tres tornillos de colimación que pueden ser manipulados desde el exterior (Figura 3). Su función es la de retener el espejo secundario a la vez que permiten regular su inclinación. En un telescopio SC la colimación se realiza basculando el espejo secundario y para lograrlo aflojaremos y apretaremos los tres tornillos de colimación. Si alcanzamos ese punto en el que no podemos seguir apretando un tornillo, aflojaremos un poco los otros dos y continuaremos apretando el tercer tornillo. Nunca forzaremos nada. En algunos modelos hay un cuarto tornillo central que sujeta el espejo secundario a la placa Schmidt. Si lo aflojamos corremos el riesgo de que el espejo secundario caiga sobre el espejo principal y lo dañe. Es mejor no tocarlo.

En los telescopios antiguos los tres tornillos de colimación tenían una cabeza de tipo Allen en los que podíamos dejar puestas sendas

llaves mientras observábamos la forma de la estrella usada para colimar (estirando el brazo alcanzábamos las llaves sin dificultad). Se les ponía un poco de cinta aislante blanca, en forma de banderola, de manera que si se caían al suelo podíamos localizarlas fácilmente. Sin embargo, los tornillos de colimación de los telescopios modernos son de tipo Phillips (normalmente llamados de estrella), y necesitan un atornillador de la medida adecuada, típicamente PH1 o PH2. En cualquier caso, no usaremos atornilladores Pozidriv (PZ) que se parecen a los Phillips (Figura 3), ni esos atornilladores de pésima calidad que venden en los bazares de todo a cien: con la herramienta adecuada no dañaremos la cabeza de los tornillos. Ahora para colimar hay que blandir en la noche un atornillador de estrella bien cerca de la placa Schmidt, con el riesgo que ello supone. Por esta razón en mis telescopios los he cambiado por otros del tipo Bob's Knobs. Estos tornillos tienen un pomo en forma de rueda que permite ajustarlos suavemente con la mano, sin necesidad de usar herramientas (Figura 4).

¿Colimar con prisma diagonal o sin diagonal? Pues yo colimo con el aparataje con el que voy a observar. Si uso prisma diagonal mientras observo, pues con diagonal.



**FIGURA 3** Tornillos de colimación con cabezal Phillips (arriba), similar al cabezal Pozidriv (abajo). Para no dañar los cabezales es imprescindible utilizar siempre la herramienta adecuada. **FIGURA 4** Los tornillos del tipo Bob's Knobs nos permiten colimar el telescopio sin necesidad de herramientas. **FIGURA 5** La sombra descentrada del espejo secundario delata que la óptica está descentrada (izquierda). Observaremos la sombra de la mano para saber qué tornillo debemos tocar primero (derecha).



bemos conocer bien nuestro telescopio y este procedimiento es una buena primera aproximación. En las salidas habituales de observación con compañeros y sobre todo en las *star parties*, suelo revisar de esta manera muchos telescopios y he encontrado que, a pesar de que centrar la óptica es una rutina sencilla, muchos telescopios jamás son colimados.

### PROCEDIMIENTO PARA LA COLIMACIÓN

Busca una estrella adecuada y céntrala en el campo visual del ocular. Es deseable que sea brillante y que esté alta, alejada del horizonte; para reducir los efectos de una atmósfera turbulenta mejor si está en el cenit. Una alternativa interesante es la utilización de una estrella artificial que nos permita colimar con toda comodidad durante el día, evitando tener que esperar a tener una noche con buen seeing. Una estrella artificial no es más que un punto luminoso que podemos fabricar con un Led brillante y un diafragma delante (un poro en un papel de aluminio o chapa servirá). Con un puntero y un martillito damos un golpe en una chapa pero sin perforarla. El resalte circular lo lijamos hasta perforar el ápice. Así conseguiremos un poro de borde neto y afilado que no genere figuras de difracción raras. Otra forma sencilla es usar el reflejo de la luz del Sol sobre una pequeña bola de acero (servirá el rodamiento de un cojinete de bolas) o el vidrio de una bombilla de un piloto de coche.

Si no la uso –por ejemplo, cuando hago fotografía– pues sin ella. Lo que no hago es colimar con el visor binocular puesto, pues resulta imposible centrar la estrella o la fuente de luz puntual que tomemos de referencia.

### TRUCO PARA COMPROBAR SI UN TELESCOPIO SC ESTÁ MUY DESCENTRADO

Con el tubo casi horizontal y situándonos a unos tres o cuatro metros de la boca del telescopio (o incluso algo más, depende del tamaño del telescopio), miraremos de frente al tubo, con un único ojo y entonces oscilaremos la cabeza

arriba y abajo, derecha e izquierda hasta que situemos nuestro ojo justo enfrente del telescopio, en su eje óptico principal. Si está medianamente colimado veremos que todos los elementos son concéntricos (borde externo del telescopio, borde del espejo primario, pantalla del espejo secundario hasta la pupila de salida del ocular). Pero si vemos que los elementos no son concéntricos seguramente habrá descolimación. Sin embargo, puede darse el caso de que el soporte del secundario haya sido montado de manera excéntrica y aún así que el instrumento tenga todos sus ejes ópticos bien alineados. De-

Colocamos la bola, la bombilla o el Led a unos treinta-cincuenta metros de distancia y operamos como si fuese una estrella del cielo, con la ventaja de que las turbulencias atmosféricas no interfieren (pero ojo con las corrientes verticales que se generan en las fachadas de los edificios y los asfaltos recalentados por el Sol).

La colimación se suele abordar en tres etapas sucesivas: a bajos, medios y altos aumentos. La primera desenfocando generosamente, la segunda ligeramente desenfocada y la tercera a foco.

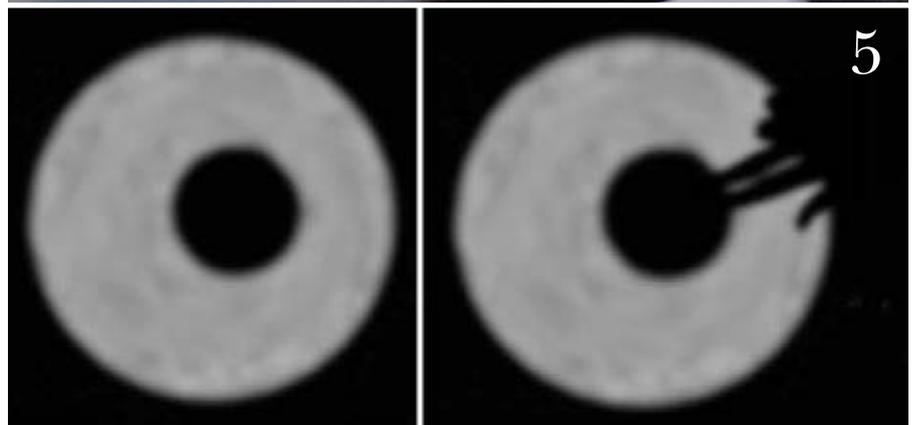
**PRIMERA FASE:  
A BAJOS AUMENTOS Y  
ESTRELLA DESENFOCADA**

A bajos aumentos (entre 20 y 40) centramos la estrella (natural o artificial) y la desenfocamos mucho. Veremos un disco luminoso con una sombra circular (la sombra del espejo secundario) en su interior. Si la colimación es incorrecta la sombra aparecerá descentrada, más próxima al borde por un lado que por el otro (Figura 5). Ahora vamos a centrarla y lo haremos apretando alguno o algunos de los tornillos de colimación. ¿Qué tornillo he de tocar? Cuando miremos por el ocular nos sentiremos desorientados y no estaremos seguros de cuál es el que debemos manipular. Hay un truco que nos facilitará mucho la tarea. Por la boca del tubo asomaremos la mano, así veremos los efectos que tiene la sombra de la misma en la imagen de la estrella. Entonces deslizaremos la mano por la boca del tubo hasta que la imagen se sitúe en ese punto del borde del disco luminoso en el que la sombra del secundario se encuentra más cercana. Ahora, mirando la boca del tubo tocaremos el tornillo o tornillos que se encuentren más próximos a la mano (Figura 5).

Cada vez que toquemos algún tornillo la estrella se descentrará y deberemos mover el tubo del telescopio hasta que vuelva a aparecer en el centro del campo visual. Los tornillos se aprietan median-



4



5

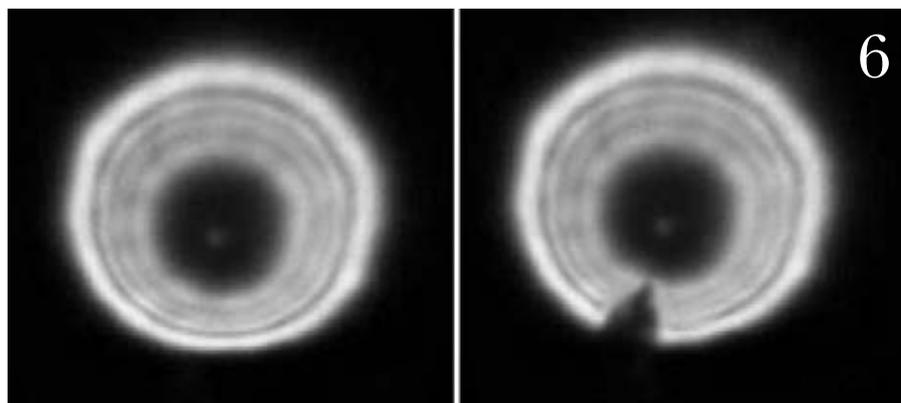
**En un telescopio SC la colimación se realiza basculando el espejo secundario y para lograrlo aflojaremos y apretaremos los tres tornillos de colimación**

te giros muy pequeños, poco a poco. En esta primera fase es posible que los giremos hasta 1/8 de vuelta cada vez que los tocamos pero, en las fases finales, apenas acariciaremos el tornillo con giros de 1/32 de vuelta o menos. Si no podemos apretar más, destensamos los otros dos tornillos un poquito. Si aflojamos demasiado un tornillo de colimación, lo retiraremos. Nunca retiraremos los tres o el espejo secundario se caerá, lo que podría dañar el espejo principal.

Quando a bajos aumentos veamos la sombra del espejo secundario centrado en el disco desenfocado de la estrella, pasaremos a la segunda fase.

**SEGUNDA FASE:  
AUMENTOS MEDIOS Y ESTRELLA  
LIGERAMENTE DESENFOCADA**

Con un aumento intermedio (entre 70 y 100) centraremos en el campo visual una estrella brillante y la desenfocaremos ligeramente hasta que veamos una serie de ani-



6



7



8

**FIGURA 6** El desplazamiento del disco y la proximidad de los anillos de Fresnel evidencian que el telescopio aún no está bien colimado (izquierda). Como en el paso anterior, la sombra de la mano nos dirá qué tornillo debemos tocar (derecha).

**FIGURA 7** Aspecto que debe mostrar el disco de Airy y los discos de difracción en un telescopio Schmidt-Cassegrain bien colimado.

**FIGURA 8** Colimador láser para telescopios Schmidt-Cassegrain.

**FIGURA 9** El colimador láser debe ser calibrado cuando el telescopio SC está bien colimado.

llos concéntricos. Son los anillos de Fresnel, unas figuras de difracción. Si el telescopio está bien colimado veremos los anillos centrados y un puntito central brillante en el centro de una zona más oscura (Figura 6). Si el punto no está centrado del todo, o si los anillos no fueran más que arcos amontonados a un lado del punto, entonces nuestro telescopio necesitará ser colimado. Como en el caso anterior asomaremos la mano por la boca del tubo para localizar el tornillo a tocar y lo giraremos un poco, no más de un 1/16 de vuelta. Centraremos la estrella y comprobaremos si hemos corregido la asimetría de su patrón de anillos. Si aún estuviera descentrado el puntito luminoso, seguiremos tocando tornillos.

**TERCERA FASE: ALTOS O MUY ALTOS AUMENTOS Y ESTRELLA ENFOCADA**

A muy altos aumentos (al menos a 300 y si nos es posible superando los 500), seremos capaces de ver el llamado disco de Airy y el patrón

9



de anillos de difracción; si el telescopio está colimado el patrón será simétrico (Figura 7). Esta fase solo la podremos realizar una noche de buenas condiciones atmosféricas. En esta fase apenas giraremos los tornillos de colimación. Debemos tener la sensación de que simplemente los tensamos un poquito. Cada vez que toquemos un tornillo siempre recentraremos la imagen de la estrella en el campo visual. Para esta operación yo uso en mi telescopio un ocular de 5 mm más una lente de Barlow. Como para tanto aumento necesitamos un seeing excelente, y además cualquier pequeño movimiento puede descentrar la imagen, es preferible utilizar una estrella artificial.

### USO DE FILTROS

Los anillos de Fresnel se ven bien casi en cualquier condición, pero para ver el pequeño disco de Airy y sus anillos de difracción hacen falta muchos aumentos y estabilidad atmosférica. El uso de filtros puede mejorar la visualización del disco de Airy de dos maneras diferentes. Primero, reduciendo los efectos de un mal seeing, debido a que la dirección de los rayos de luz de longitud de onda larga se ve menos afectada por la turbulencia que los de longitud de onda más corta. Usando un filtro rojo tendremos una reducción notable de los efectos perniciosos del mal seeing en nuestra imagen. Y segundo, re-

duciendo la dispersión de la luz en la atmósfera, porque la luz se dispersa más cuando atraviesa la atmósfera en ángulos muy bajos que cuando lo hace casi desde la vertical. Las imágenes formadas por longitudes de onda largas se sitúan en un extremo y las de longitudes de onda más corta en el opuesto. Usando un filtro estrecharemos la banda observable y aumentará la calidad de la imagen.

En general, un filtro rojo o naranja será adecuado para reducir los efectos del mal seeing. Lo ideal sería usar luz monocromática pero podríamos tener problemas para percibir los anillos de difracción, por eso podríamos intentar también con un filtro verde. Los filtros rojos, naranjas y amarillos que se usan en observación planetaria suelen ser filtros de paso bajo, mientras que los verdes y azules suelen ser de paso de banda. En este sentido un filtro *Solar Continuum* de Baader podría resultar ideal. Como regla general, hay que hacer balance entre la selección de una banda estrecha, longitud de onda larga y percepción. Si tenemos una colección de filtros sería interesante probar y elegir el que mejor se adapte a nuestras necesidades.

### ¿COLIMADORES LÁSER PARA TELESCOPIOS SC?

La respuesta rápida es que los colimadores láser no funcionan en telescopios SC. Si bien es cierto

que existen en el mercado unos colimadores específicos para estos telescopios que pueden ayudar a colimar, al menos como sustitutos de la primera fase o incluso de la segunda. El motivo es que, como ya comentamos al principio, los elementos ópticos de un telescopio SC pueden no estar mecánicamente centrados por motivos estructurales de construcción pero estar perfectamente colimado. Si centramos esos elementos mecánicos descolimaremos el telescopio.

Un colimador láser para SC se basa en un láser que se inserta en el portaocular y que incide en el espejo secundario y su retorno incide en una pantalla diagonal con forma de diana visible desde el exterior (Figura 8). No es muy diferente de un colimador láser convencional de los que se usan en telescopios newtonianos, pero la gracia está en que la primera vez que lo usemos deberemos calibrarlo, para ello el telescopio ha de estar perfectamente colimado y tras instalar el colimador y encenderlo, marcaremos con un lápiz o rotulador en la pantalla la posición exacta del retorno del láser. En sucesivas ocasiones moveremos el secundario hasta colocar el retorno del láser en su marca exacta sobre la pequeña diana. El colimador debe ser colocado en una posición concreta –sin girar– que marcaremos, y cada telescopio tendrá su propia marca (Figura 9). Hay otros colimadores mucho más caros que están basados en la proyección de una imagen sobre una pantalla situada a varios metros de distancia, pero creo que una estrella, aunque sea artificial, permite lograr mejores resultados. (A)

*In memoriam* Patricio Domínguez Alonso (2013). Profesor en la Universidad Complutense de Madrid.



Divulgador de la astronomía.

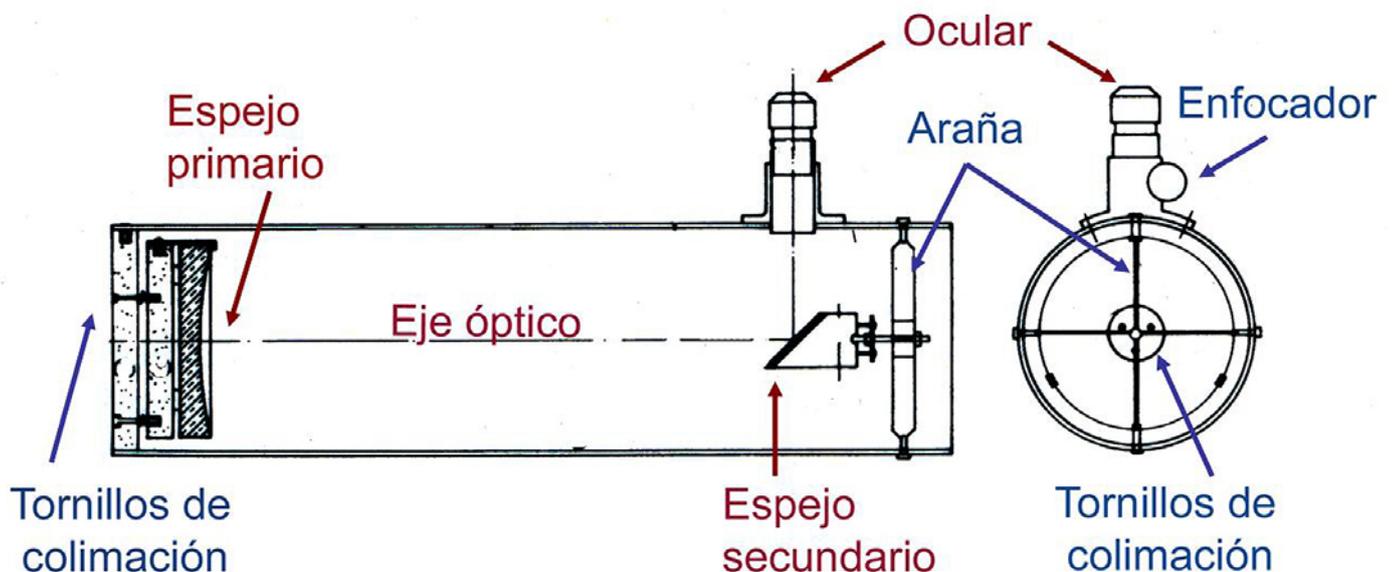
**Web personal:**

[www.astrosurf.com/patricio](http://www.astrosurf.com/patricio).

# TÉCNICAS PARA LA COLIMACION DE TELESCOPIOS (PARTE II)

Ajustar la óptica de un telescopio newtoniano es una tarea que cualquier novel puede abordar con ayuda de un ocular Cheshire o un colimador láser.

PATRICIO DOMÍNGUEZ ALONSO



**FIGURA 1** Telescopio newtoniano: la luz llega al espejo primario, que lo refleja al espejo secundario y de ahí al ocular. El telescopio está colimado cuando el eje óptico de todos los elementos está perfectamente alineado. (Todas las imágenes son cortesía del autor)

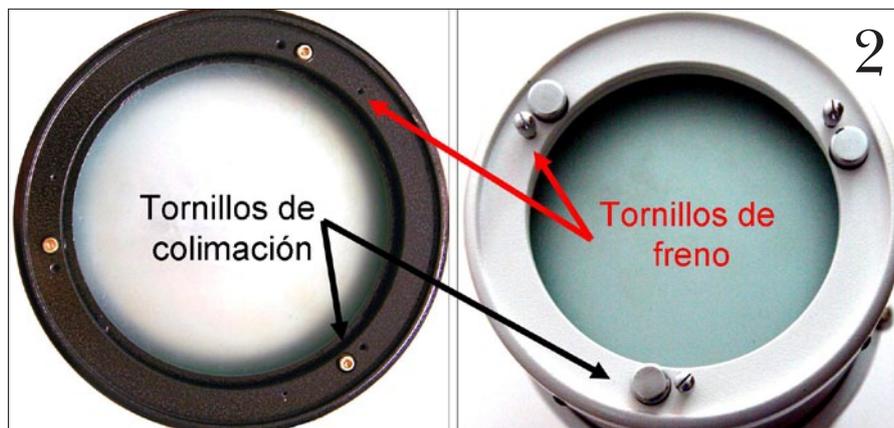
Los telescopios de tipo newtoniano cuentan con dos elementos ópticos: un espejo principal o primario, montado sobre una celda situada en la base del tubo; y un espejo secundario que está sujeto a una cruceta de metal o araña cercano a la boca del tubo (Figura 1). Colimar es un procedimiento sencillo que consiste en alinear los ejes ópticos de estos dos espejos con el tubo portaocular para que, en condiciones óptimas de observación, las imágenes sean lo más nítidas posibles. Para ajustar las ópticas debemos manipular los tres tornillos de colimación que permiten bascular el espejo secundario en la araña, además de los tres tornillos de colimación y de bloqueo o freno que permiten bascular y fijar el espejo primario en su celda. Por norma general los telescopios suelen traer instalados de serie tornillos con cabezal de tipo Phillips o Allen que nos obligan a utilizar llaves y destornilladores que terminan dañando los bor-

## Colimar un telescopio newtoniano es un procedimiento sencillo de realizar, y que consiste en alinear los ejes ópticos de sus dos espejos, primario y secundario, con el tubo portaocular de modo que las imágenes que veamos sean lo más nítidas posibles

des. Aunque algunos modelos de ciertas marcas ya instalan de serie tornillos con pomo, al menos en el espejo primario (Figura 2), es aconsejable sustituirlos por tornillos de mejor calidad y de tipo Bob's-Knobs que podamos manipular sin necesidad de herramientas (Figura 3).

### COLIMACIÓN CON UN OCULAR CHESHIRE

Los colimadores Cheshire son eficaces, baratos y no dependen de



**FIGURA 2** Tornillos de colimación y freno en dos modelos de una misma marca comercial. Los pomos de los tornillos del modelo de la derecha permiten realizar cualquier ajuste sin necesidad de usar herramientas.

las pilas. Se colocan en el enfocador como si se tratase de un ocular y se mira a través de un pequeño orificio de su extremo. La ventana lateral tiene una pantalla oblicua perforada que deberá orientarse para recibir luz, y es por ello que se usan preferentemente de día, pues de noche hay que usar una linterna para iluminar la pantalla oblicua. En el extremo opuesto al orificio por el que se mira se encuentra una cruceta de alambre (Figura 4).

Colimar un telescopio newtoniano con un Cheshire es sencillo. Una vez instalado en el enfocador, orientaremos la ventana lateral hacia el cielo o una fuente de luz difusa. Podemos usarlo en cualquier posición del enfocador, preferiblemente en aquella en la que solamos hacer foco con nuestros oculares. Cuando miremos por el orificio debemos olvidarnos de la araña que sustenta el espejo secundario, como si no existiera, y nos fijaremos solo en tres cosas: (1) la cruceta del Cheshire, (2) la marca con forma de anillo que la mayoría de telescopios tienen pegado en el centro del espejo primario, y (3) el punto negro que resulta ser la mirilla por donde miramos (Figura 4). La cruceta la veremos desenfocada y no debemos confundirla con la imagen de la araña, que veremos fina

y enfocada. Tampoco debemos girar el Cheshire para que la cruceta coincida con la araña, no es necesario. El punto negro aparece en el centro de un disco brillante que es la pantalla oblicua y que debe estar iluminada.

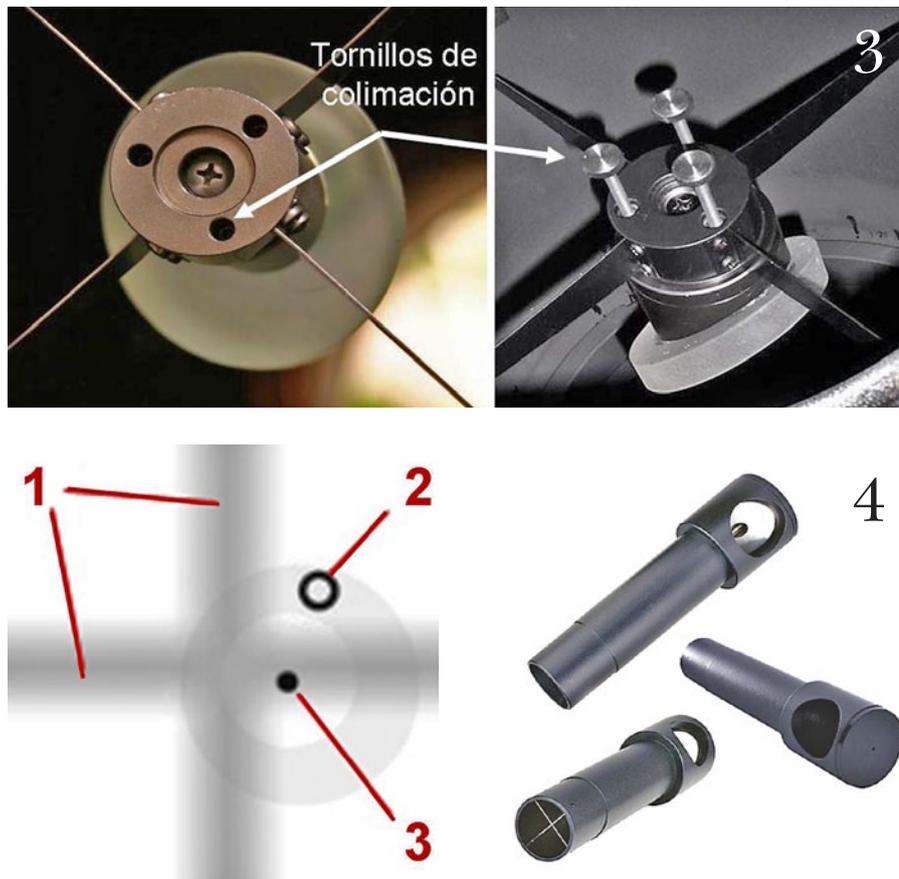
El ajuste óptico de un telescopio newtoniano es un proceso que se efectúa desde el ojo hacia fuera. Primero alinearemos el espejo más cercano al ojo, el secundario, y después el más alejado, el espejo primario.

### > Primera fase: colimación del espejo secundario

Tocando los tres tornillos de colimación del espejo secundario, en el centro de la araña, centraremos el anillo en la cruceta del Cheshire (Figura 5). En telescopios con monturas de tipo Dobson esta operación la haremos mejor de pie y con el tubo orientado a unos 60-80° respecto al suelo. La colimación la realizaremos fundamentalmente apretando los tornillos y no aflojándolos. Si alcanzamos ese punto en el que no podemos seguir apretando un tornillo, aflojaremos un poco los otros dos y continuaremos apretando el tercer tornillo. Nunca forzaremos nada. Al final, el espejo secundario debe quedar firme.

### > Segunda fase: colimación del espejo primario

Tocando los tres tornillos de colimación del espejo primario, situa-



**FIGURA 3** Tornillos de colimación del espejo primario tal y como vienen de serie (izquierda) y de tipo Bob's-Knobs (derecha). El tornillo central, de tipo Phillips en los dos casos, es de fijación y no debemos tocarlo.

**FIGURA 4** El colimador Cheshire consta de ventana lateral, mirilla y cruceta. A través de la mirilla podemos ver: (1) los hilos de la cruceta, (2) el anillo o *rosco* que señala el centro del espejo primario y (3) la propia mirilla del colimador.

**FIGURA 5** Secuencia de colimación del espejo secundario: anillo-cruceta (imagen superior); y del espejo primario: anillo-cruceta-mirilla (imagen inferior).

**FIGURA 6** Técnica de circunstancias para saber si el colimador láser que acabamos de adquirir (izquierda) está descolimado (derecha).

dos en la base del tubo, llevaremos el punto negro hasta el centro del anillo (y, por lo tanto, en el centro de la cruceta). Para ello debemos tener los tornillos de freno aflojados (Figura 5). En telescopios de hasta 10" de abertura (254 mm) y con montura Dobson, esta operación la haremos mejor con el tubo tumbado y nosotros de rodillas a medio camino entre el enfocador y la trasera del tubo. Así con un pequeño balanceo del cuerpo podemos mirar y tocar los tornillos. En telescopios de mayor tamaño necesitaremos contar con ayuda o levantarnos.

Al mirar por el ocular podemos ver que el punto no cae en el centro del anillo (la pegatina circular *-rosco-* del espejo primario) sino que

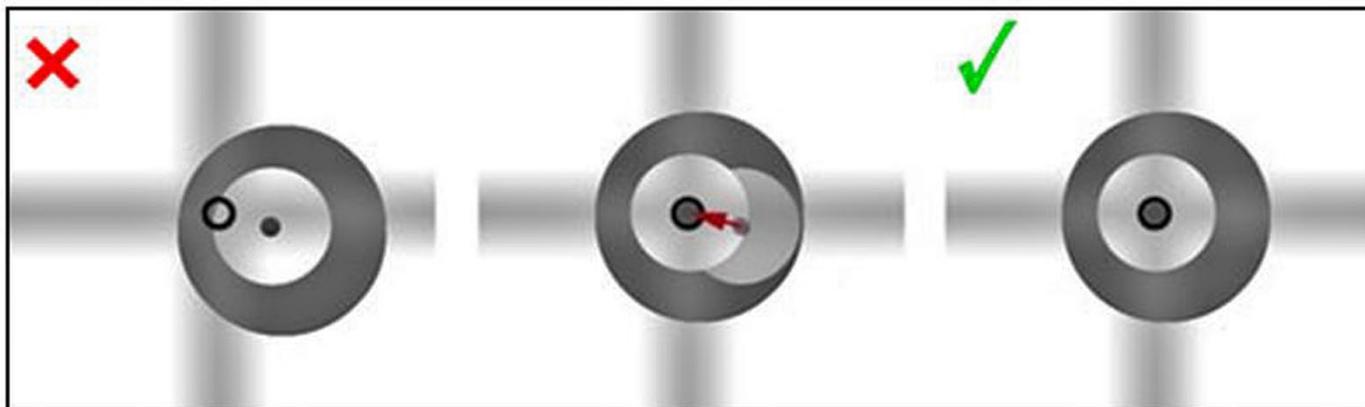
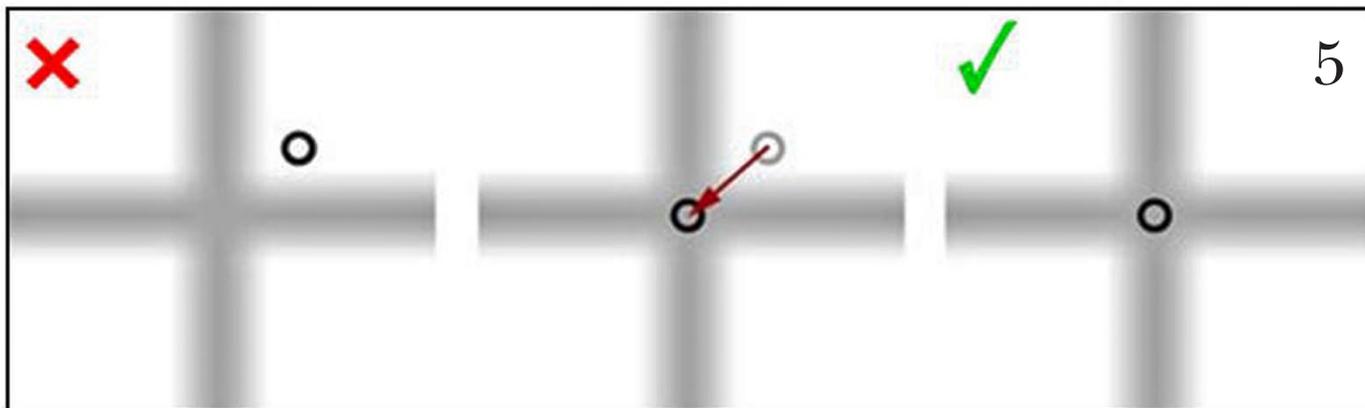
está desplazada en alguna dirección. Para acercarla al centro del *rosco* debemos mover un tornillo de colimación, pero, ¿cuál de los tres debemos tocar? La posición de la imagen reflejada nos desconcierta, no es intuitivo, podríamos tocar los tres tornillos hasta atinar con el correcto pero eso es muy tedioso, especialmente si el telescopio es muy grande y los tornillos carecen de un pomo que podamos manipular sin herramientas. Necesitamos recordar algún truco. La boca del telescopio es paralela a los bordes del espejo. Si asomamos la mano (de día) o una linterna por el borde (de noche) podremos orientarnos y así ser capaces de saber hacia dónde debemos desplazar el punto para centrarlo en el anillo.

Nos fijamos bien en qué punto de la periferia de la boca del tubo está nuestra mano o linterna. Desde ahí recorreremos el lateral del tubo, paralelo al eje, hasta que llegamos a la base. Ahora nos fijamos en el tornillo de colimación más cercano a la posición de la mano o linterna o, mejor dicho, el situado en la diagonal de la posición de la mano o linterna ya que puede haber ahí un tornillo o estar en el extremo opuesto de la diagonal. Ese es el tornillo a tocar para meter el punto en el *rosco*.

Hay que tener en cuenta que en algunos telescopios los tornillos de freno pueden modificar la colimación, por lo que resulta recomendable apretarlos poco a poco y sucesivamente uno tras otro hasta que todos estén apretados. Mientras los apretamos vigilarémos la colimación y la retocaremos apretando un tornillo de bloqueo más que los otros dos. Si dejamos los tornillos de freno flojos lo más probable es que tengamos que recolimar durante la noche.

#### > Otros usos del colimador Cheshire

El Cheshire es una herramienta muy eficaz para centrar el espejo secundario en el tubo del enfocador. Lo introduciremos lo justo en el portaocular como para que podamos ver los bordes del espejo secundario. Podremos ayudarnos moviendo el enfocador o incluso usando tubos extensores de 2" o 1,25". El espejo secundario deberá aparecer centrado y con un contorno circular. Si aparece descentrado o elíptico algo está mal ajustado. Para situar y orientar adecuadamente el espejo secundario debemos aflojar los tornillos de colimación, sujetar con la mano el soporte o el espejo secundario (sin tocar la superficie especular) y ajustar el tornillo central. No es difícil, pero no es una tarea para noveles. El principal problema que nos encontraremos en la mayor parte de los telescopios es la calidad mediocre de los sistemas



de ajuste; se necesita cierta habilidad para domar esos tornillos, por lo que recomiendo que se intente solo después de tener cierta soltura con el manejo de los tornillos de colimación.

El Cheshire también nos permite ajustar la araña que mantiene suspendido el espejo secundario en el eje óptico del telescopio. Las patas de la araña suelen estar hechas de chapa. Lo ideal es que desde el ocular se vean como simples filamentos, pero en ocasiones pueden estar alabeadas. Una pata de araña retorcida o alabeada presenta una mayor sección y creará figuras de difracción más intensas e incluso asimétricas. Desde la perspectiva de un ocular, el colimador Cheshire nos ofrece una vista muy buena de este soporte y podremos apreciar si hay alabeos y corregirlos retorciendo un poco la pata de la araña con la mano y llegado el caso con un par de alicates.

Por último, una experiencia muy curiosa es usar el colimador Cheshire para ver las corrientes térmicas producidas por un espejo primario no aclimatado. Apuntaremos nuestro telescopio hacia una



fuente de luz relativamente intensa como la Luna y observaremos. Es el mismo principio empleado en la fotografía Schlieren.

### COLIMACIÓN CON LÁSER

Antes de utilizar un colimador láser debemos comprobar que esté bien centrado y que al apretar el tornillo del portaocular el haz de luz no se desvía, pues de lo contrario correremos el riesgo de descolimar el telescopio. Una manera de comprobar que el haz láser está bien centrado es haciéndolo girar sobre sí mismo. Si al encenderlo y hacerlo girar dentro del portaocular el haz describe un círculo en el espejo primario, es que está desviado y habrá que centrarlo. Colimar un colimador es una tarea



sencilla de realizar y comprobar la colimación aún lo es más. En la Figura 6 muestro un método de circunstancias, para el cual he usado una caja de cartón y una pantalla de cartulina como diana. En la caja de cartón hacemos unos cortes dejando unas escotaduras en forma de V. La caja la fijamos al tablero de la mesa con un poco de cinta adhesiva. Colocamos el colimador láser en esas escotaduras y lo encendemos. A unos metros colocamos la pantalla de cartulina en una pared, será la diana de nuestro láser (si es necesario la pegamos a la pared con un poco de cinta adhesiva). Con un rotulador marcamos el punto de proyección del haz láser en la diana. Rotamos el colimador láser y volvemos



**FIGURA 7** Colimación del espejo secundario con un láser. En la imagen superior el rayo que incide en el espejo primario se encuentra a un par de centímetros de la marca central del espejo primario (flecha blanca). En la imagen inferior el punto incidente está centrado en la marca. El espejo secundario ya está alineado.

**FIGURA 8** Para colimar el espejo principal debemos conseguir que coincidan los dos puntitos rojos que se aprecian en la zona del espejo secundario marcado con un 3.

**FIGURA 9** Método Barlow-láser. Tocando los tornillos de colimación y frenado del espejo primario debemos hacer coincidir la marca anular (flechita inferior) con el orificio central de la pantalla de proyección que hemos situado en la base del enfocador (flechita superior).

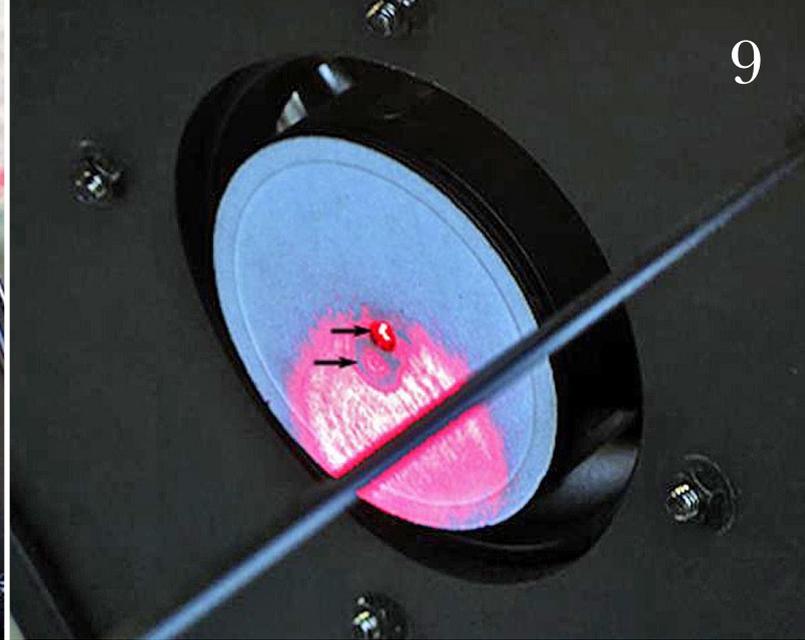


a marcar el punto de proyección en la pantalla. Continuamos rotando el láser hasta que quede definido un círculo de puntos en la pantalla diana y marcamos el centro de ese círculo (en la imagen aparece con una cruz). El láser se colima mediante tres tornillos situados a 120° uno del otro. Aflojamos un poco dos y apretamos el tercero. Así, hasta que logremos hacer incidir el haz láser en la marca central de la diana. Siempre comprobando las variaciones con la rotación. Si el láser no dispone de tornillos de colimación podemos recurrir a otra estrategia, como pegar una pantalla de cartulina o plástico en la base del tubo portaocular, que esté perforada en su centro, obligando a pasar el haz láser por el eje óptico.



**> Primera fase: colimación del espejo secundario**

Colocamos el colimador láser en el portaoculares, lo fijamos y encendemos. El láser emite desde el centro del tubo enfocador, incide en el espejo secundario y su reflexión se dirige hacia el espejo primario donde debería incidir en su centro óptico. Como ya comentamos antes, el espejo primario suele tener señalado su centro óptico con una marca en forma de anillo (Figura 7). Tocando los



## Para ajustar las ópticas debemos manipular los tres tornillos de colimación del espejo secundario en la araña, además de los tres tornillos de colimación y de freno del espejo primario en su celda

tornillos de colimación del espejo secundario, lo balancearemos y reorientaremos hasta que su reflejo incida en el centro de la marca circular.

### › Segunda fase: colimación del espejo primario

En este tipo de colimador láser compacto, el espejo primario se colima haciendo que los dos puntitos rojos que apreciamos en el tercer plano (marcado con un 3 en la parte superior de la Figura 8) coincidan. Estos dos puntitos son la suma de sucesivas reflexiones de: (1) la emisión del haz láser que ya centramos en el interior del roscó en el apartado anterior, y (2) el retorno del láser hacia el colimador reflejado en el espejo secundario. Entonces, basculando el espejo primario mediante sus tornillos de colimación debemos conseguir que los dos puntitos (la salida del láser y su retorno al colimador) coincidan. Cuando lo hagan, el telescopio estará colimado. Como ya comentamos anteriormente, los tornillos de bloqueo pueden modificar la colimación, por lo que resulta recomendable apretarlos poco a poco y sucesivamente uno tras otro hasta que todos estén apretados. Mientras los apretamos, vigilare-

mos la colimación y, si fuera necesario, la retocaremos apretando un tornillo de bloqueo más que los otros dos.

Con este tipo de colimador compacto sin ventana lateral es útil contar con ayuda, pues desde donde podemos ver esos puntos del láser no alcanzamos a tocar los tornillos de colimación. Sin embargo, hay otro tipo de colimador que posee una ventana lateral a través de la cuál podremos ver la pantalla desde la parte trasera del telescopio mientras manipulamos los tornillos de colimación. Funciona de igual manera que el anterior, pero resulta más cómodo de usar.

### OTRA TÉCNICA PARA COLIMAR EL ESPEJO PRIMARIO: EL MÉTODO BARLOW-LÁSER

El método consiste en abrir el haz láser mediante una lente de Barlow, de manera que el láser no será un rayo compacto, sino un cono de luz. Así, el retorno del láser se puede proyectar sobre una pantalla situada en el interior del tubo enfocador, donde veremos un disco iluminado con la sombra de la marca anular central del espejo primario (Figura 9). Este sistema es mejor, más preciso y cómodo que el anterior. Además, es muy

fácil de realizar. La pega es que o compramos un sistema de pantalla o la construimos nosotros mismos. La pantalla que se ve en la figura es casera. La hice con un tapón de plástico que se adaptaba al interior del tubo del enfocador. Busqué su centro, lo perforé, comprobé que el orificio estaba realmente centrado (simplemente rotando la pantalla comprobamos si el orificio oscila) y le pegué papel adhesivo blanco mate al que –una vez pegado– perforé el centro. Ahora, tocando los tornillos de colimación del espejo primario haremos que la sombra de la marca anular (flechita inferior) se centre en el orificio central de la pantalla (flechita superior). Si nos colocamos de rodillas, junto al telescopio, alcanzaremos a tocar los tornillos de colimación y bloqueo del primario y a la vez podremos ver la pantalla perforada. Cuando la sombra esté centrada en el orificio, el telescopio estará colimado. (A)

*In memoriam* Patricio Domínguez Alonso (2013). Profesor en la Universidad Complutense de Madrid.



Divulgador de la astronomía.  
**Web personal:**  
[www.astrosurf.com/patricio](http://www.astrosurf.com/patricio).