

## Telescopios Hokenn Sky Watcher

### NOS MUDAMOS

Nos Mudamos estamos en nuestras Oficina de Azcuenaga 781 1er piso de 11 a 13 y 15 a 18 hs Javier E. Schönfeld  
 Científica Schönfeld  
 Tel: (011) 4353-7643 4952-0077 - 4951-3506  
 Celu 011 15 58945306  
 Mail [cs@cientificaschonfeld.com.ar](mailto:cs@cientificaschonfeld.com.ar)  
<http://www.cientificaschonfeld.com/instrumental2014>  
[www.telescopioshokenn.com.ar](http://www.telescopioshokenn.com.ar) Tenemos una pagina nueva con la información Actualizada de  
 equipos [http://www.cientificaschonfeld.com/instrumental2014/index.php?option=com\\_content&view=section&layout=blog&id=35&Itemid=187](http://www.cientificaschonfeld.com/instrumental2014/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=35&Itemid=187)

### REFLECTOR REFRACTOR MAKSUTOVS CASSEGRAIN ACCESORIOS

**TELESCOPIOS** El ser humano siempre se sintió cautivado por el espectáculo que brinda el cielo nocturno. Durante milenios su único instrumento para develar sus misterios fue el ojo, con todas las limitaciones que éste tiene. Sólo podía ver a los astros como meros puntos de luz; la mayoría de ellos estáticos sobre el oscuro fondo del cielo, cinco de ellos que se desplazaban entre los anteriores (los planetas), el radiante Sol y la cambiante Luna. Por milenios ésta era la única forma de estudiar el Cosmos. Hasta que un oscuro inventor holandés (por lo menos el más antiguo del que se tenga registro fehaciente) llamado Hans Lippershey en 1608 alinea dos lentes en los extremos de un tubo creando un instrumento que aumentaba las imágenes de objetos lejanos, convirtiéndose en la atracción de las ferias. Esta curiosidad técnica llegó a los oídos de Galileo Galilei en 1609, quien construyó uno de estos artefactos, con algunas mejoras, y lo apuntó al cielo dando origen a la Astronomía Moderna y al "telescopio" como instrumento para descubrir los secretos del Universo. Desde entonces las innovaciones tecnológicas han permitido la construcción de telescopios de más de 10 metros de diámetro, otros que pueden operar en forma conjunta brindando una imagen tal como la obtendría uno de 16 metros de diámetro y hasta se han puesto en órbita alrededor de la Tierra distintos instrumentos capaces de observar no sólo el espectro de luz visible (desde el rojo al violeta) sino también en otras como el infrarrojo, ultravioleta, rayos X y gama. Entre estos últimos cabe mencionar al Telescopio Espacial Hubble, en órbita desde hace más de 10 años.

**EL UNIVERSO AL ALCANCE DE LA MANO** El Universo despierta la curiosidad desde temprana edad. Todos alguna vez se han preguntado acerca de los nombres de estrellas y constelaciones, o se han fascinado con la salida de la Luna llena o la puesta del Sol. A diferencia del hombre antiguo, hoy es posible acceder al conocimiento del cielo con una pequeña inversión y disfrutar de las maravillas del cielo. Actualmente existen diversos tipos de telescopios en el mercado a saber:

- **Refractores:** son aquellos instrumentos semejantes al que construyó Galileo, un tubo en cuyo extremo anterior se ubica la lente de mayor diámetro (denominada "objetivo") y en el posterior se ubica una lente pequeña a través de la cual se observa, el "ocular". En este tipo de telescopios los rayos de luz provenientes del objeto observado llegan paralelos al objetivo, éste los refracta concentrando los mismos en un punto, el "foco", "punto focal" o "plano focal". Allí se ubica el ocular que amplifica la imagen y hace que los rayos de luz salgan del mismo paralelo. Entre las ventajas que ofrecen los refractores se pueden mencionar que al poseer un tubo cerrado no entra polvo o humedad en la trayectoria de los rayos de luz, como así también se evita la circulación de aire. Como el cociente entre la distancia focal y el diámetro del objetivo, llamado relación focal F/D, es grande y no hay obstrucción central que modifique el patrón de difracción, el contraste de la imagen es mayor y de una buena resolución por lo que es un instrumento recomendable para la observación planetaria. La mayor desventaja de este sistema óptico se halla en la lente objetivo. En primer término porque la luz debe atravesar la misma, ésta no debe contener imperfecciones que afecten a la imagen. En segundo lugar el trabajo de pulido debe hacerse en ambas caras de la lente. Por último el índice refracción es distinto para cada color, por lo que el punto focal difiere de uno a otro; esto genera un defecto conocido como aberración cromática y que se reconoce como un arco iris alrededor del objeto observado. Esto se corrige mediante el agregado de una nueva lente correctora, pero como se mencionó anteriormente, el vidrio debe ser especial y pulido en sus dos caras, incrementando el valor del instrumento. Por este motivo, los telescopios económicos carecen de lente correctora y a partir de los 80 mm de diámetro su costo es sensiblemente mayor a un reflector de iguales dimensiones.
- **Reflectores:** el otro sistema básico fue inventado por Isaac Newton y presentado ante la comunidad científica de la Royal Society en 1671. Consta de un espejo cóncavo (esférico o parabólico) en lugar de una lente como objetivo. En este caso los rayos de luz del astro observado llegan paralelos a la superficie del espejo y éste los concentra en el plano focal donde se coloca el ocular. Próximo a éste se encuentra un espejo secundario plano cuya misión consiste simplemente en desviar 90° los rayos reflejados hacia el ocular. Este espejo secundario, al estar ubicado en el centro del tubo obstruye la entrada de luz e introduce modificaciones al patrón de difracción y disminuyendo el contraste ligeramente. Uno de los problemas que presentan los espejos esféricos es la aberración esférica que hace que los rayos centrales de la imagen aparezcan enfocados no así los correspondientes a la periferia. Este efecto es poco perceptible en pequeños reflectores o en aquellos cuya relación focal sea superior a 9. Una importante ventaja que presenta este sistema óptico es su menor costo a

igual dimensión de objetivo. Esto se debe en primer término a que la luz no debe atravesar el vidrio sino solamente reflejarse en su superficie. Por lo tanto no se requiere un vidrio especial y la única condición que debe reunir es ser estable a los cambios de la temperatura ambiental a los que se ve sometido. El espejo a su vez requiere del tallado y pulido de una sola superficie curva, mientras que el secundario es un espejo plano que presenta grandes dificultades para su fabricación. Otra ventaja que ofrece es la ubicación del ocular en su extremo superior, una comodidad cuando el objeto a observar se encuentra próximo al cenit, además de permitir un montaje más cerca del suelo. Dada su menor relación focal,  $F/D$ , son más luminosos y por lo tanto mejores a la hora de observar objetos difusos tales como cometas, nebulosas, cúmulos globulares y galaxias. • Catadióptricos: un tercer grupo de instrumentos lo configuran aquellos que combinan espejos cóncavos y lentes correctoras. Uno de ellos es el Newtoniano Catadióptrico, similar al descrito anteriormente al que se le agrega una lente en la entrada del portaocular. Estos tienen tubos más cortos que los comunes (por lo que son más transportables) y la lente tiene como función corregir la trayectoria de los rayos de luz de manera tal que la distancia focal efectiva semejante a los Newtonianos Comunes, y por consiguiente de aumentos de similares con un ocular dado. Otro modelo de telescopios catadióptricos son los denominados Schmidt-Cassegrain y los Maksutov, consistentes ambos en un espejo primario como en los reflectores tradicionales y en la parte anterior del instrumento hay una placa correctora. Estos instrumentos tienen una calidad óptica muy buena, pero dado que la luz debe atravesar las placas correctoras, éstas deben ser de un cristal de una calidad muy buena además deben estar tallados con mucha precisión. En consecuencia los costos de estos instrumentos suelen entre 2 y 4 veces superior a los instrumentos tradicionales de igual diámetro. Cuando se desea adquirir un telescopio es necesario hacer una evaluación de diversos factores. El primero a tener en cuenta es el uso que se pretende dar y la experiencia del aficionado. Si el usuario es menor a 10 años, los pequeños refractores son los más aconsejables. Las personas más grandes normalmente ya tienen un interés más definido, además de mayores habilidades motrices y conocimientos más amplios por lo que no se conforman con ver sólo los objetos más brillantes, sino que comienzan a interiorizarse por algunos detalles y objetos celestes que escapan a la potencia de los más chicos. Para ellos los telescopios tamaño medio y grande pueden ser más útiles, por lo que el diámetro del objetivo (la lente o espejo principal) es el parámetro que debe tomarse como referencia. Hay que tener en cuenta que a mayor tamaño mayor peso y piezas mayores, factores decisivos cuando se trata de llevar el telescopio para observar durante las vacaciones o a lugares distantes con cielos mucho más oscuros que los que hay en los centros urbanos; en este caso se recomienda telescopios con distancias focales corta o cuyo tubo sea compacto. Por el contrario, si el aficionado tiene la posibilidad de dejarlo permanentemente en un lugar apartado de las grandes urbes (ya sea una casa en el country o en el campo) o el destino es un Institución Educativa la movilidad no es tan importante siendo en este caso aconsejable la adquisición de grandes instrumentos (más de 15 cm de diámetro). Por último se debe asegurar que el comercio tenga asesoramiento en el armado y uso del telescopio y servicio de postventa.

**OCULARES** En un artículo anterior se describieron los tipos de telescopios más comunes de hallar en el mercado. En ellos uno de los parámetros a tener en cuenta a la hora de adquirir un instrumento es el diámetro del objetivo. Éste podía ser un espejo cóncavo o una lente. El objetivo de un telescopio es único, no es intercambiable. Pero lo que tienen en común los diversos modelos es una pieza: el ocular. Un ocular está hecho de dos o más cristales y su función es formar la imagen producida por el objetivo desviando los rayos de luz de manera apropiada. Estas piezas son intercambiables ya que cada ocular tiene una distancia focal fija, por lo que el aumento logrado será único para cada telescopio. Este aumento se puede calcular mediante una fórmula sencilla:  $X = F / f$  donde  $X$  es el aumento,  $F$  es la distancia focal del telescopio en milímetros (el "largo" del telescopio) y  $f$  es la distancia focal del ocular en milímetros, generalmente está escrito en el frente o lateral del ocular. Así por ejemplo, un telescopio de 910 mm de  $F$  y un ocular de 20 mm de  $f$ , dan un aumento de 45x. Si el mismo ocular se coloca en otro instrumento de  $F = 1400$  mm entonces el aumento logrado será de 70x. ¿CUÁNTOS OCULARES SON NECESARIOS? El ocular es un de las piezas críticas al momento de realizar la observación: saber cual utilizar ahorra mucho tiempo en la búsqueda del astro. Primero debe utilizarse el ocular de mayor distancia focal ya que son los que brindan menores aumentos; habitualmente los equipos traen uno de 20mm, 25mm aunque también los hay de 32mm y 40mm. Si bien la magnificación es baja, son muy útiles cuando se desea buscar un objeto ya que la porción de cielo abarcada es mayor que con aumentos mayores; una vez encontrado el astro se lo ubica en el centro del campo visual y luego se procede a cambiar el ocular por uno de menor distancia focal y por lo tanto de mayor aumento. Si se desea más aumentos, centrar nuevamente el objeto en el campo visual y cambiar el ocular. Otra ventaja de utilizar baja potencia es que se pueden ver objetos extensos como algunos cúmulos abiertos y ciertas nebulosas (IC 2602, M7, M45, nebulosa de Orión, etc). También para ver objetos difusos como ciertas nebulosas, cúmulos globulares y galaxias; en estos casos si uno aplica grandes aumentos el tamaño aparente del objeto es mayor pero la luz se debe distribuir por una superficie más amplia y esto trae como consecuencia una disminución de contraste tal que en ocasiones el objeto se hace casi imperceptible. Utilizando bajos aumentos se ven más pequeños pero la luz está concentrada en un área reducida por lo que el contraste es más grande. ¿Cuándo conviene utilizar grandes aumentos? En la observación planetaria y lunar son los ámbitos en los que los oculares de mayor aumento tienen buen rendimiento, al igual que en los cúmulos abiertos y las estrellas dobles o múltiples ya que éstas siempre dan una imagen puntual. Pero existe un límite y éste está determinado por dos factores: • El diámetro del objetivo del telescopio. Una aproximación para saber cuál es aumento máximo práctico es multiplicar el valor del diámetro por 2. Ejemplo: un telescopio reflector de 114 mm de  $\varnothing$  alcanza un máximo práctico de 228x. Esta regla no es rígida; un buen refractor puede tener un aumento máximo de 4x por cada milímetro de apertura. • La estabilidad y transparencia atmosférica influyen en gran medida en la calidad de la imagen. A mayor aumento más notorias son las imperfecciones introducidas por la atmósfera. Para ello es recomendable incrementar el aumento en forma gradual y comparar las imágenes producidas. **NO SIEMPRE MÁS AUMENTO ES MEJOR!!!!** Por otra parte si el telescopio carece de mecanismo de relojería que compense el movimiento de rotación de la Tierra, la imagen se desplaza a mayor velocidad

cuanto más aumento se coloca. **TIPOS DE OCULARES** Una pregunta frecuente es cuál es el ocular más adecuado para usar en un telescopio. La respuesta no es única. Para ello es necesario conocer los diferentes modelos de oculares. Los modelos más simples y económicos son los Huygens (H) y Ramsden (R). Estos oculares están constituidos por un sistema de dos lentes (dos elementos) de vidrio tipo crown plano convexas, con las caras planas hacia el observador en el H y con las caras convexas en el sector interno en el R. Las desventajas de estos reside en la ausencia de correcciones a las diversas aberraciones que presentan las lentes, especialmente la aberración cromática y la aberración esférica. La primera se debe a que las lentes refractan en forma diferentes a los rayos de luz roja (de mayor longitud de onda) respecto a los rayos azules y violetas (de menor longitud de onda) Esto hace que los focos respectivos no se concentren en un punto sino a lo largo de una zona. A consecuencia de ello se forma un anillo coloreado en torno a la imagen. Esta aberración se corrige introduciendo una tercera lente crown como en los oculares Ramsden Acromáticos, denominados Super Ramsden, los Kellner y Acromáticos Modificados. Aún mejores son los Plössl y Super Plössl, oculares compuestos por cuatro elementos agrupados en dos dobletes (conjunto de dos lentes cementadas), difiriendo en el tallado de las superficies externas del ocular. La aberración cromática en este tipo de accesorios es mínima. Otra aberración que introducen las lentes en la imagen es la esférica. Esta es ocasionada porque en la mayoría de los oculares comerciales el tallado de la superficie es esférico provocando un fenómeno semejante al de la refracción; en este caso los rayos de la periferia no hacen foco en el mismo punto que lo hacen los rayos centrales, originando no un punto focal sino una zona focal. Esto se observa fácilmente en una lupa común, donde la imagen está correctamente enfocada en el centro de la misma y se distorsiona progresivamente hacia los bordes. Para minimizar los efectos de esta aberración se suele diafragmar con una placa que reduce la entrada de luz. Cuanto menor la distancia focal del ocular más notoria se hace la aberración, razón por la cual la salida de pupila (orificio por el cual se observa) es más reducida que los de mayor. Otra forma de reducirla es a partir del agregado de más lentes al sistema. Una simple comparación de oculares de la misma distancia focal pero de diferente estructura muestra que aquellos que poseen más lentes correctoras tienen una salida de pupila mayor, y por lo tanto más cómodos y prácticos a la hora de observar. Otro detalle a tener en cuenta es el campo visual aparente. Los ojos del ser humano abarcan un campo de casi 180°, en un ocular varía según la construcción del mismo. Un Huygens ó Super Ramsden ofrecen un campo de 30° a 40°, los Acromáticos Modificados unos 40°, los Kellner y Plössl 50° y Super Plössl unos 52°. Para quienes deseen dedicarse a la observación de cielo profundo existen oculares de gran campo; para aumentos bajos a moderados se utiliza un sistema de 6 elementos que brindan un campo de 67°; para aumentos moderados a altos hay oculares compuestos por 8 elementos con un campo de 84°. Por supuesto, los costos de esta clase de oculares pueden como mínimo duplicar el de un Plössl debido al agregado de nuevas lentes. En nuestro país son difíciles de conseguir y muchas veces sólo se consiguen por pedido. Cuando los oculares poseen más de dos elementos, actualmente se los recubre de una capa de material antirreflectante (el más común es el fluoruro de magnesio) en ambas caras de la lente con lo que se reducen los reflejos internos (esas imágenes fantasmas que suelen aparecer en estos tipos de oculares), maximiza la transmisión de la luz y mejora el contraste de la imagen. Esta cobertura puede ser de una capa (fully coated) o más (multi coated).

**LENTE DE BARLOW** Otro accesorio de gran utilidad para el aficionado es la lente de Barlow. La función del mismo es multiplicar la distancia focal efectiva 1,5, 2, 2,5 o 3 veces. De esta manera si a un telescopio de distancia focal  $F=910$  mm se le aplica un ocular de distancia focal  $f=20$  mm se tiene un aumento de 45,5x. Si ahora incorporamos el lente de Barlow 2x junto con el mismo ocular tenemos:  $(910 \times 2) / 20 = 91$  Obteniendo en este caso el doble de aumento que sin el Barlow. Las ventajas de usar este sistema y no un ocular de  $f=10$  mm son dos: · Tal como se mencionó anteriormente a menor distancia focal menor salida de pupila, por lo que el uso combinado de ambas lentes conserva una mayor apertura, brindando mayor comodidad al observador. · La lente de Barlow es una lente "negativa" en tanto que el ocular es una lente "positiva" por lo que el uso de ambas en forma conjunta mejora muchos de los defectos de las lentes esféricas como ser la aberración esférica, coma, astigmatismo y la curvatura de campo. Muchos telescopios económicos suelen traer una lente de Barlow (habitualmente de 2x ó 3x) hechas de material plástico. Éstas suelen tener un defecto: no tienen la corrección a la aberración cromática. Es recomendable por tanto utilizar aquellas que son acromáticas (aberración minimizada) o los apocromáticos (sin aberración) fabricados usualmente con cuerpo de metal.

**PRISMAS Y ESPEJOS DIAGONALES** Uno de los problemas que suelen tener los telescopios refractores y los catadióptricos no newtonianos (Schmidt-Cassegrain, Maksutov, etc.) es la posición incómoda para observar objetos cercanos al Cenit (punto de la bóveda celeste exactamente sobre nuestras cabezas). Para resolver esta situación se utilizan unos accesorio denominado espejo diagonal o prisma diagonal según si utiliza un espejo o un prisma para desviar los rayos de luz en ángulos de 90° ó 45°. La ventaja que ofrecen los prismas sobre los espejos es que permiten su uso terrestre ya que la imagen está al derecho (en los de espejos están invertidos izquierda y derecha).

**CONCLUSIÓN** Para responder finalmente a la pregunta inicial, lo mínimo requerido serían tres oculares para aumentos bajos, medios y altos. Para los primeros las distancias focales óptimas serían de 20mm a 26mm; para los segundos entre 10mm y 17mm; y para los últimos entre 4mm y 7mm. Por supuesto, cuanto más oculares hay más posibilidades de adaptar el telescopio a las diversas posibilidades que se presenten, tanto por las características de los objetos observados como de las condiciones atmosféricas. A los ya mencionados se les podría sumar la lente de Barlow y un ocular de  $f=32$ mm ó  $f=40$ mm En cuanto al tipo de ocular a elegir, para aquellos instrumentos cuya relación focal F/D (Distancia Focal F/ diámetro del objetivo) son mayores 10 (p.e: refractor de  $F=700$  mm y  $\varnothing=60$ mm) son aptos para el uso de oculares sencillos como los H o SR, ya que los inconvenientes que introducen las lentes no son tan notorios al aumentar la relación focal. Para instrumentos cuyo F/D es menor o igual a 8 es recomendable usar Kellner para bajos aumentos y Plössl y Super Plössl para los medianos y altos. Una ventaja en la adquisición de oculares de buena calidad es que son una inversión a largo plazo: uno puede cambiar el telescopio y esos oculares seguirán siendo útiles, ya que las medidas y modelos son estándares.

**MONTURAS** El tubo óptico del telescopio está colocado sobre una montura que permite desplazarlo utilizando los movimientos de sus ejes. Entre los diversos modelos de monturas los dos más

utilizados en los telescopios para aficionados son el altacimutal y la ecuatorial alemana. Montura Altacimutal Es la más sencilla y es muy usada en telescopios pequeños por la facilidad de maniobra. Consiste en dos ejes perpendiculares: uno vertical, en dirección del cenit, y otro horizontal. El primero se denomina eje de altura y se mueve desde la posición horizontal ( $0^\circ$ ) hasta el cenit ( $90^\circ$ ). El segundo es el eje de acimut y permite completar un giro de  $360^\circ$  siguiendo la línea del horizonte. La desventaja de este tipo de montura es que se requieren dos movimientos para compensar la rotación de nuestro planeta. Por este motivo en este tipo de instrumentos no es suficiente con incorporar los motores sino que además debe tener un programa que los combine de manera tal que simule el movimiento de rotación. En cambio este tipo de montura es la que se utiliza en los grandes telescopios, ya que se elimina el problema de duplicar el peso del instrumento con el contrapeso típico de las monturas ecuatoriales. Montura Ecuatorial Este modelo es el más común entre los telescopios para aficionados medianos a grande. Consiste de dos ejes perpendiculares, uno para la Ascensión Recta y otro para la Declinación. El primero posee un círculo graduado con dos escalas con 24 divisiones (24 horas, de  $15^\circ$  cada una) y de sentidos opuestos (uno para hemisferio Norte y otro para el Sur). El segundo tiene una escala de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  repetida cuatro veces y representan a la Declinación, equivalente de la Latitud terrestre en cielo. A diferencia de la altacimutal, el eje de Ascensión Recta se puede colocar paralelo al eje de rotación de la Tierra, en un ángulo respecto a la horizontal que depende de la latitud del lugar (se lee en una escala de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  ubicada en un lateral del cabezal de la montura). Esto es una ventaja a la hora de compensar el movimiento de rotación terrestre, tanto manualmente como con motor, ya que correctamente alineado sólo es necesario utilizar el movimiento de Ascensión Recta. Otra diferencia respecto a la montura altacimutal es el contrapeso que compensa el peso del tubo óptico, evitando esfuerzos innecesarios sobre la corona de los ejes y facilitando los movimientos de los telescopios.