

ASTRONOMÍA

II Época N° 97/98 - julio / agosto 07

www.astronomia-e.com

España: 6,90 € / Portugal: 8,70 €

HACIA EL CIELO DEL SUR

Alejandro Mendiolagoitia



**...Y SÓLO
QUEDARON OCHO**
Mark Kidger

**EL PRIMER TELESCOPIO
A ESPEJOS MÚLTIPLES**
Marc Folia Campos



9 788413 042640 0 0097



EL PRIMER TEL A ESPEJOS MÚ

MARC FOLIA CAMPOS

*En 1979 el Múltiple Mirror Telescope de Mount Hopkins (Arizona, EE.UU.) inauguraba una nueva etapa en la construcción de telescopios. Los grandes espejos monolíticos eran sustituidos por superficies reflectoras compuestas. Pero ¿quién fue el artífice del primer prototipo? ¿Qué motivos lo empujaron a descomponer las grandes superficies reflectoras en una multiplicidad de pequeños espejos? Con motivo de la primera luz del Gran Telescopio CANARIAS, el mayor telescopio de espejo segmentado del mundo (ver página 21), traemos a las páginas de **Astronomía** esta interesante reseña histórica.*

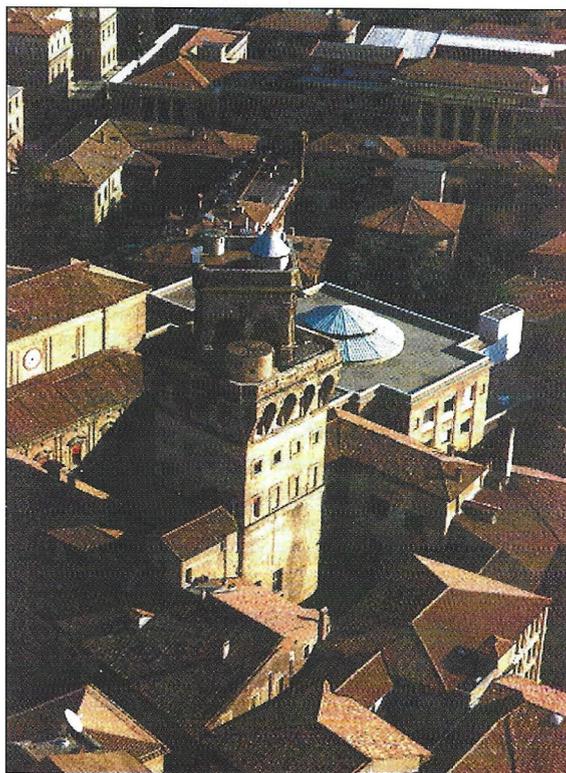


telescopio segmentado, una idea destinada a salvar los obstáculos que frenaban el adentrarse en las profundidades del cielo.

«¡Más luz!» solía exclamar Georges Ellery Hale (1868-1938), constructor del telescopio de 100 pulgadas de Monte Wilson (1917) y promotor del telescopio Hale de 5 m de Monte Palomar (1949), póstumamente dedicado a su memoria. La carrera emprendida por la Astronomía tras los logros de William Herschel (1738-1822), cuyo epitafio recita *Coelorum perrupit claustra* («Abatió las barreras del cielo»), dejaba a un lado la preocupación por las lentes, útiles desde luego para estudiar el Sistema Solar, pero ineficaces para descubrir nuevas estrellas y galaxias en los confines del Universo. La nueva exigencia era amplificar la débil luz emitida por objetos celestes cada vez más lejanos y para ello se requerían grandes espejos capaces de capturar el máximo de luz posible proveniente del cielo.

Ya en los albores del siglo XX la ampliación de los grandes espejos cóncavos que servían de objetivo a los telescopios reflectores se veía ralentizada por enormes dificultades técnicas. Horn d'Arturo, con la inquietud moral del científico escrupuloso, prevenía ante «la ausencia de nuevo material de observación» que podía llevar al astrónomo a «*imaginar* allí donde no puede *ver*». Sus preocupaciones, expresadas en 1932 a propósito del mayor telescopio del momento, no eran una sinrazón pues hacía más de quince años que no se superaban los 2,54 m de diámetro del telescopio Hooker de Monte Wilson (California, 1917) y las perspectivas no eran demasiado halagüeñas. Los hechos nos confirman que no sería hasta 1949 que

A la izquierda:
En esta imagen se aprecian instalados 6 de los 36 segmentos hexagonales del espejo primario del Gran Telescopio CANARIAS, que tendrá una abertura equivalente de 10,4 m de diámetro. (GTC)



La torre de la Specola en Bologna fue el laboratorio de pruebas del «telescopio a tasselli» de Horn.

Guido Horn d'Arturo fue director del Observatorio Universitario de Bologna entre 1921 y 1954, y fundó la primera revista italiana de divulgación astronómica, *Coelum*. Tras la construcción del nuevo Osservatorio de Loiano (1930), Horn reconvirtió la antigua torre del Osservatorio della Specola en el laboratorio de pruebas de un proyecto que se anticiparía casi medio siglo el futuro de los telescopios: el «telescopio a tasselli», a piezas. A él se debe pues el primer prototipo de

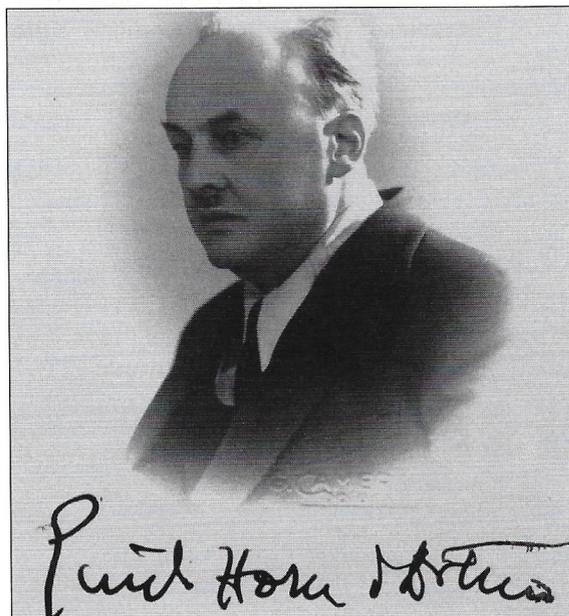
la industria de los espejos monolíticos conseguirá superarse, no sin grandes dificultades, con los 5 metros del telescopio de Monte Palomar.

El principio intuido por Horn d'Arturo en los años 30 y que, con gran economía de medios, llevó a la práctica en las décadas sucesivas, es el mismo que permitirá la construcción de grandes telescopios segmentados como el MMT, el Hobby-Eberly Telescope (Texas, 1999), constituido por 91 espejos hexagonales con un diámetro equivalente de 9,2 m, y los telescopios Keck (Mauna Kea, Hawai), que gracias a sus 36 espejos también hexagonales alcanzaba en 1992 el diámetro de 10 m. [Nota de la Redacción: El último de este tipo de instrumentos será el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), que este mes de julio tendrá su primera luz con parte de sus espejos, para comenzar a funcionar a pleno rendimiento con todos sus 36 espejos hexagonales el año próximo.] Aunque las tecnologías de hoy en día hayan permitido al MMT sustituir sus múltiples espejos con un nuevo reflec-

la *Enciclopedia Italiana*, en donde Horn la decretaba «muerta para siempre», después que el editor tratara de resucitarla añadiendo un párrafo final sobre las perspectivas de la «astrología como ciencia experimental».

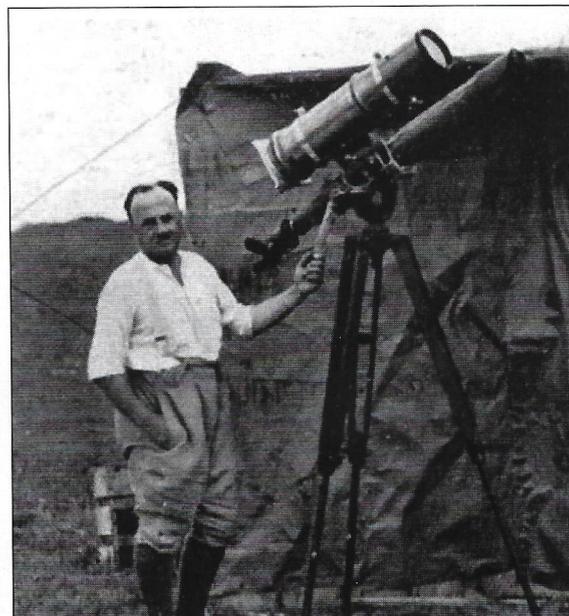
Nació en 1879 en Trieste, ciudad italiana ocupada por el imperio austrohúngaro. Estudió en Graz y en Viena y, tras un primer encargo en el Osservatorio Marittimo de su ciudad natal, saltó a Italia, donde trabajó en los observatorios astronómicos de Catania, Turín y, finalmente, Bolonia.

La Primera Guerra Mundial lo apartó, una primera vez, de su carrera académica, entre 1915 y 1918. El conflicto acentuó la conciencia filoitaliana de Horn que lo llevó, como a muchos otros jóvenes de los territorios irredentos, a desoir la llamada a filas del ejército austrohúngaro y a enrolarse a las tropas italianas, ansioso de ver retornar su tierra natal a la joven Italia unificada. Desde aquel momento, su apodo de guerra, el patronímico «d'Arturo», dará a su nombre el toque de italianidad necesario al nuevo



(Izquierda):
Fotografía de Guido Horn
d'Arturo (1879-1967).

(Derecha):
Guido Horn, fotografiado
durante la misión italiana
para la observación del
eclipse total de Sol del
14 de enero de 1926 en
Somalia. (Excepto donde
se indique, todas las
imágenes son cortesía del
Departamento de Astrono-
mía de la Universidad de
Bolonia)



tor monolítico de 6,5 m, nuevos proyectos como el ELT, promovido por el ESO, se basan todavía en el principio de la segmentación para llevar a cabo su ambicioso telescopio de nada menos que 42 m de diámetro (!).

ASTRÓNOMO EN TIEMPOS DE GUERRA

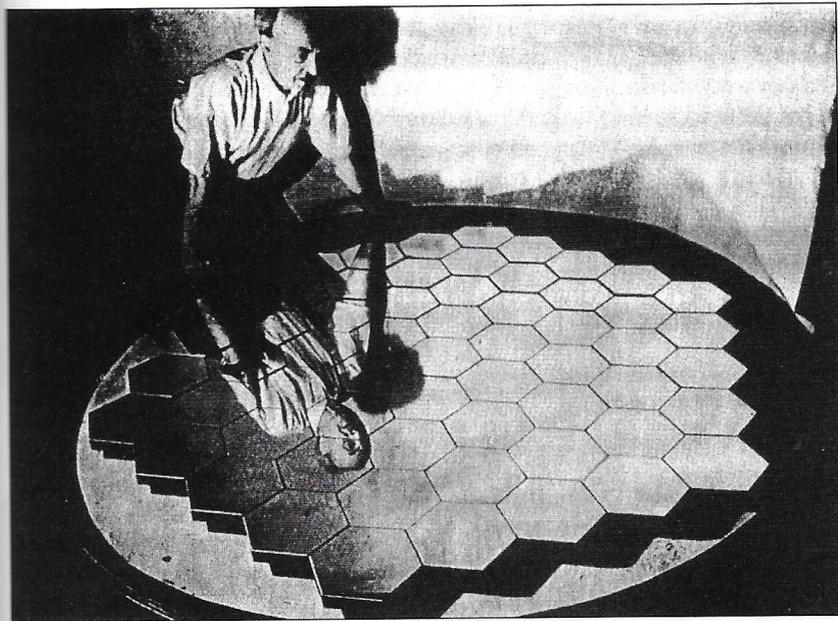
Guido Horn d'Arturo era un astrónomo de vastos horizontes culturales y de riguroso escrupulo científico. Apasionado jugador de ajedrez y escultor dilettante, amante del cine e infatigable lector. Elogiaba Leopardi y Rousseau y leía *El Quijote* diccionario en mano, para no perder una palabra de su obra preferida. Se indignaba cuando oía decir que todos los locos se acaban dedicando a la Astronomía y juzgaba escrupulosamente a los que se aventuraban en especulaciones más allá de los datos comprobados. Con entereza moral rehusó firmar la voz «Astrología» de

contexto nacional. Años más tarde, como recordatorio de estas trágicas vicisitudes bélicas, Horn dotará la biblioteca de un *ex libris* con el lema invocado por su brigada para ahuyentar la amenaza de los gases tóxicos enemigos: *In puro aëre vita*, y que bien evocaba el suspirar melancólico de la vieja torre alzada en el corazón de Bolonia y que la luminosidad que empezaba a enrarecer el cielo nocturno de la ciudad había dejado inutilizable.

El periodo de entreguerras vio consolidada la posición de Horn en el ámbito académico. En 1921 fue llamado a dirigir el Observatorio de Bolonia por fallecimiento del entonces director Michele Rajna (1854-1920) y en 1928 vio reconfirmada su posición con el puesto estable de profesor. Su intensa dedicación al instituto creó una conspicua red de contactos con instituciones astronómicas de todo el mundo,

tejida con recíprocos envíos de boletines, corteses invitaciones a congresos y telegráficos anuncios obituarios como los de los ilustres astrónomos españoles Ricard Cirera (1932), fundador del Observatorio del Ebro, y Josep Comas i Solà (1937), alma de la Sociedad Astronómica de España y América, y que junto a las noticias de un frustrado viaje a España (del que fue disuadido por la inestabilidad que reinaba en la República en marzo de 1934) y a breves comunicaciones con el Observatorio Astronómico de Madrid y con el astrónomo Salvador Raurich, nos dan indicio de sus vínculos con los ambientes astronómicos españoles.

De nuevo, en vísperas del segundo conflicto mundial, tras las leyes racistas dictadas por el régimen de Mussolini en 1938, Horn d'Arturo, hebreo, fue apartado de su cargo y sus libros fueron señalados, como los de muchos otros perseguidos por el fascismo, con el timbre «Lib. Sg.» (*Libro Sgradito*, no grato). Tras este largo periodo de ostracismo académico, Horn se reincorporó a su cargo y retomó a trabajar intensamente en los proyectos que la guerra había dejado



interrumpidos y que lo acompañarán hasta el final de sus días en 1967: la revista *Coelum* y el primer prototipo de su «telescopio a tasselli».

DOS PROYECTOS CULTURALES: LA BIBLIOTECA Y COELUM

Consciente de la importancia de una buena biblioteca para la formación de un ambiente propicio a la moderna investigación científica, Horn se propuso devolverle la vitalidad de que había gozado antaño. Con la tenacidad y la meticulosidad que caracterizaron todas sus empresas, Horn se entregó a la reorganización de la biblioteca como si de la suya propia se tratara. No dejó libro sin fichar, ni tabla o figura sin mencionar. Añadió acotaciones a las obras, correcciones y precisiones, y clasificó todos los volúmenes con criterios rigurosos.

Lejos de acabar sepultado bajo las estanterías, Horn supo franquear los muros del academicismo y el contacto con grupos de aficionados, por lo demás connatural a la tradición astronómica, lo llevaron a fundar *Coelum*, revista pionera de la divulgación científica en Italia. Superando la autocomplacencia científica que en el siglo XIX rezumaban revistas como *L'Astronomie* de Flammarion, la intención de *Coelum* era acercar el amateur a la nueva ciencia sin renunciar ni al rigor ni a la complejidad que le correspondían, informándolo de las más recientes novedades pero dando también espacio a los aspectos históricos y culturales. En la misma revista Horn reprendía a los lectores más laxos con el paternalismo del maestro para con sus colegiales, encomiando el «pequeño pero siempre creciente» número de apasionados que se empeñan «a elevarse al nivel de la Revista, y no incitan a la Revista a rebajar el tono, lo cual la reduciría a una lectura placentera y fácilmente accesible, pero estéril».

Junto a la revista aparecieron por entregas la

Piccola Enciclopedia di Astronomia y la *Mitologia delle Costellazioni*, obras escritas por él mismo con el apoyo logístico de la biblioteca, y que en ella dejaron mella con varias adquisiciones y preciosas glosas en los libros utilizados a este propósito. La publicación, con el paréntesis de la guerra, apareció regularmente hasta su muerte y fue luego apadrinada por el Departamento de Astronomía, hasta que en 1986 sucumbió ante las nuevas exigencias del mercado editorial.

EL TELESCOPIO A MOSAICO

Como director del observatorio, Horn había heredado el proyecto de su antecesor para la construcción de una nueva estación astronómica en una colina de los Apeninos boloñeses: el Osservatorio di Loiano (1930). La vieja torre de la Specola, exonerada de sus responsabilidades, llevó a cabo su última misión estelar reconvertida en el laboratorio de pruebas del ambicioso proyecto ideado por Horn: el «telescopio a tasselli».

Con su telescopio a mosaico Horn d'Arturo pretendía afrontar algunos de los principales obstáculos que se oponían a la ampliación de los telescopios monolíticos. El mencionado reflector de Monte Wilson de 2,54 m de abertura había requerido nada menos que cuatro años de pulido de la masa vítrea para darle la curvatura parabólica idónea. Los 30 cm de espesor requeridos para mantener la rigidez del espejo le daban un peso de unas 4 toneladas. A menudo, tales masas acababan deformándose bajo su

El espejo compuesto de 61 piezas del Observatorio Astronómico Universitario de Bolonia, equivalente a 1,80 m de abertura.



ex libris speculae
bononiensis

El ex-libris de la biblioteca del Departamento de Astronomía de la Universidad de Bolonia, con el lema puesto por Guido Horn: In puro a ère vita.

propio peso. La cúpula que alojaba el instrumento medía 18 m y el armazón empleado para mover el espejo al compás de la esfera celeste superaba las 100 toneladas.

Aparte del evidente engorro mecánico y los no menos importantes dispendios económicos, se añadía otro problema de tipo óptico: la dilatación producida por las variaciones de temperatura ambiente durante las prolongadas exposiciones fotográficas. Las diferencias de dilatación entre el centro y los bordes de la superficie especular, acentuados por la poca conductividad del calor de la masa vítrea, obligaban a diafragmar con un anillo opaco el área perimetral, perdiendo así parte de la zona reflectora útil.

El de Horn d'Arturo era un principio en apariencia muy simple: sustituir la superficie monolítica del reflector por un conjunto de pequeños espejos que reprodujeran la misma superficie a modo de mosaico. La elaboración de espejos de pequeñas dimensiones con una curvatura esférica no sólo resultaba más simple y económica, sino que permitía reducir sustancialmente el peso conjunto del reflector y reducía al mínimo el efecto de la dilatación.

En siglo XIX, William Parsons, conde de Rosse, había ya propuesto un espejo reflector constituido por dos piezas, el anillo externo y el casquete, lo que habría de permitirle mediante la disposición escalonada de las dos partes la corrección de la aberración esférica, aunque la idea había quedado olvidada en los anales de la historia. La industria de los reflectores avanzó en la construcción de espejos con curvatura parabólica, que si bien permitía hacer coincidir efectivamente el foco de todos los rayos en un solo punto, complicaba gran manera el pulimento de la masa vítrea. Partiendo del modelo de Lord Rosse, Horn imaginó una gran superficie reflectora compuesta idealmente de infinitos anillos que, adecuadamente escalonados, darían a la superficie conjunta una curvatura parabólica. El siguiente paso fue segmentar cada anillo en múltiples fragmentos de forma trapezoidal.

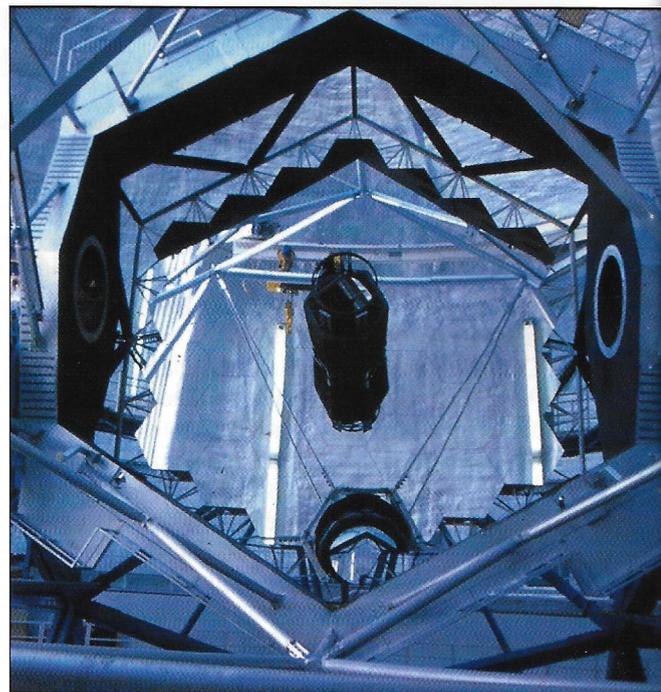
El primer prototipo, iniciado en 1932, debería estar compuesto por 80 espejos distribuidos en 5 círculos concéntricos. Cada pieza, con una curvatura esférica de 20,82 m, tenía un área de 1 dm² y un espesor de 1 cm. La superficie equivalente era de 1,10 m de diámetro. Carente del espejo secundario, el telescopio hacía converger directamente la luz en la placa fotográfica situada en el centro focal.

La fase más delicada era la correcta disposición de cada uno de los espejos para hacerlos trabajar como una superficie única. Cada espejo tenía tres pequeños orificios en la parte inferior que se apoyaban sobre sendas clavijas. Desde una sala situada debajo del

reflector, cada clavija podía ser regulada manualmente para ajustarlo en modo apropiado. Esta tarea de ajuste lenta y delicada se realizaba entre dos personas y la ayuda de un colimador, una fuente de luz artificial que proyectada sobre cada uno de los espejos permitía ajustar el ángulo de reflexión de todos ellos.

En 1935 dio a conocer los primeros resultados obtenidos con solo 10 de los 80 espejos proyectados, pero la conclusión del primer prototipo no llegó hasta 1947, debido tanto al paréntesis de la guerra como a la escasez de medios de que dispuso para su proyecto. La baja calidad de los materiales empleados (cuarzo fundido) y las imperfecciones de la curvatura dada a los espejos, en gran parte pulidos domésticamente, producían una variación media de la distancia focal de 3,5 cm sobre un total de 10,41 m. No satisfecho pues de la exactitud de los resultados, pero convencido de las posibilidades del proyecto, hizo borrón y cuenta nueva. Esta vez encargó la construcción de 61 espejos hexagonales de 3,5 dm² cada uno y 3 cm de espesor, que cubrían un área de 1,80 m de diámetro. En 1952 fue terminado el segundo prototipo. Con este llegó a hacer más de 10.000 tomas fotográficas con resultados de un gran calidad.

Había sido un boloñés, F. M. Grimaldi, quién observó por primera vez en 1655 el fenómeno que llamó *diffraction luminis* y que más tarde sería correctamente interpretado por A. Fresnel en 1815. Los rayos que incidían en el borde del objetivo sufrían una difracción que creaba efectos indeseados en las imágenes estelares. Si bien el problema no tenía solución, con el aumento de los objetivos la incidencia de este fenómeno resultaba cada vez menor. Obviamente este era uno de los inconvenientes que presentaba la composición a mosaico ya que, a diferencia de las grandes superficies monolíticas que tenían un solo borde perimetral, el encaje de los espejos mul-



El espejo primario de cada uno de los telescopios gemelos Keck, en Hawaii, consta de 36 espejos hexagonales, equivalentes a 10,1 m de diámetro. (W. M. Keck Observatory)

tiplicaba la cantidad de bordes al tiempo que disminuía el tamaño de cada uno de los espejos. Horn, consciente desde el principio de este inconveniente, lo estudió con rigor con el fin de evaluar el grado de aceptabilidad de los resultados.

La crítica más corrosiva que tuvo su proyecto fue la inmovilidad del telescopio. Para Horn el aumento de los espejos reflectores y la considerable ampliación de peso que comportaba, hacía inevitable la desaparición de los telescopios móviles, sustituidos por grandes reflectores fijos orientados hacia el cielo cenital. La imposibilidad de seguir el movimiento celeste debería ser suplida por la mayor capacidad de absorción luminosa de estos grandes espejos que permitirían la toma de instantáneas del cielo con mayor facilidad. Ideó un sistema de placas fotográficas que se desplazaban con mecanismos de relojería por el plano focal supliendo así la inmovilidad del espejo y que permitía exposiciones fotográficas de más de 6 minutos. La inquietud por superar las limitaciones de su instrumento lo llevó a diseñar una red de observatorios distribuidos en latitud a lo largo de la península italiana aprovechando, con una mentalidad amoldada a la habitual economía de medios, viejas torres, pozos o grutas naturales para cubrir todo el cielo visible desde aquel país.

Desde el primer proyecto realizado en 1932 hasta la finalización del prototipo definitivo habían transcurrido más de veinte años y la industria se había desarrollado rápidamente por todo el mundo, con muchos más medios económicos y tecnológicos. Mientras seguía atentamente los proyectos de satélites en órbita equipados con potentes telescopios que aprovechaban la ligereza de los espejos compuestos, Horn transmitía las novedades a sus lectores con frío entusiasmo, reflejo a la vez de su éxito y de su fracaso. Viendo superados sus esfuerzos, intentó salvar su idea, reconvirtiendo su ambicioso proyecto en un interferómetro de Michelson. En 1966, en uno de sus últimos artículos, tras informar de las recientes noticias sobre un telescopio compuesto proyectado para la cima de Monte Hopkins, concluía el artículo con un cierto escepticismo: «De no difícil construcción sería en cambio el interferómetro compuesto por tan sólo dos piezas distantes entre ellas diez metros, del cual he hablado más arriba; contemplaría la posibilidad de verlo construido si tantos obstáculos no se opusieran.» **A**

El autor desea agradecer especialmente a Marina Zuccoli, bibliotecaria de la Universidad de Bolonia, su ayuda en la documentación de este artículo.

Nueva cámara Luna 6.0C



www.lunatico.es

Características

- * Resolución 3000 x 2000 Píxeles
- * Tamaño de píxel: 7.8um x 7.8um
- * Color "one shot" matriz de bayer
- * Super HAD CCD de Sony
- * Tiempo de exposición de 1ms a 10.000 sec.
- * Refrigeración en 2 etapas, -45C bajo ambiente
- * Conversor analógico digital de 16BIT
- * Tamaño del sensor: 25.10mm x 17.64mm
- * USB2.0 de alta velocidad



Imágen de M51 tomada con la cámara Luna 6.0C por Antonio Fernández Sánchez y procesada por Miguel Angel García Borrella

sensor Sony de 6 megapíxeles