

El telescopio astrográfico del Observatorio Nacional Argentino

Santiago Paolantonio

paolantoniosantiago@gmail.com
historiadelaastronomia.wordpress.com

1

Incorporación del Observatorio Nacional Argentino al programa de la Carte du Ciel

Ante la evidencia de que los trabajos encargados a los tres observatorios sudamericanos no se concretaban, presidente del Comité Maurice Loewy, a través del astrónomo David Gill, pone en conocimiento de la situación al director del Observatorio Nacional Argentino, con la intención de explorar la posibilidad de su incorporación al programa (Paolantonio y Minniti, 2009). Loewy le preocupaba el atraso en la concreción de estas zonas, ya que las exposiciones debían realizarse en épocas no muy distantes a las restantes (Carte Photographique du Ciel, 1900; 24).

El 14 de julio de 1899, el Dr. Thome escribe a París señalando que estimaba difícil que el Observatorio de La Plata pudiera realizar su parte, dado que la provincia de Buenos Aires se encontraba en una situación económica muy mala y con grandes dificultades políticas, derivadas del desentendimiento entre el poder ejecutivo y el congreso. El director manifiesta que estaba decidido a “*preservar el gran honor de la República*”, por lo que había iniciado gestiones informales ante el gobierno nacional, para analizar la posibilidad que el observatorio asumiera el compromiso de hacerse cargo de alguna de las zonas vacantes. Estimaba factible trasladar el astrográfico de La Plata a Córdoba, con lo que se ahorraría tiempo y dinero (Paolantonio y Minniti, 2009).

En agosto de 1899 fallece el director del observatorio platense, F. Beuf y apenas un mes más tarde, el Observatorio Nacional recibe la autorización para hacerse cargo de la zona asignada al de La Plata. Inmediatamente Thome solicita información detallada del trabajo a realizar, tiempos y costos. En octubre Loewy responde indicando que se requerían 1.360 placas, 4 ó 5 años de trabajo, 40.400 francos franceses para el instrumento nuevo y un presupuesto anual de unos 14.000 francos (Loewy a Thome, 31/10/1899, en Chinnici, 1999; 169-171).

El director del observatorio de Córdoba concurre al Congreso de la Carte du Ciel que sesionó entre el 19 y el 21 de julio de 1900, durante el cual anuncia su intención de hacerse cargo de una zona, señalado:

“Considerado los retrasos que demoraron la realización de ciertas partes de este trabajo, mi Gobierno me permitió aceptar nuevamente la responsabilidad de una región incompleta; me proporcionó todos los medios, pecuniario y todo otro necesario a la adquisición de un telescopio del modelo de aquél prescrito en las reuniones anteriores de la Convención, así como de todo otro requisito o instrumento útil a la ejecución del deseo de mi Gobierno de contribuir eficazmente y de la mejor manera posible a la realización de este gran trabajo internacional” (Carte Photographique du Ciel, 1900; 26-27. Traducción Paolantonio y Minniti, 2009)

Thome explica a los miembros del Comité, que dada la disputa limítrofe con Chile, que en un momento casi había provocado un conflicto armado, la zona a su cargo debía ser la dejada por el observatorio argentino de La Plata¹ (Paolantonio y Minniti, 2009).

Aceptadas las condiciones por los congresales, el Observatorio Nacional Argentino se incorpora al proyecto, 13 años después de su inicio.

El astrográfico del Observatorio Nacional Argentino

Por sugerencia del Ministro de Justicia e Instrucción Pública, Osvaldo Magnasco², el Dr. Thome viaja a la ciudad de La Plata con el propósito de analizar la factibilidad de trasladar el instrumento existente a Córdoba.

Al inspeccionar el astrográfico encuentra su objetivo deteriorado. Estaba dañado en el borde, formando un orificio de un centímetro y un astillado en la parte posterior de 2,5 a 3 centímetros. El director de la institución, el Ing. Virgilio Raffinetti, le comenta en esa oportunidad que la rotura fue consecuencia de que Beuf había dejado caer el objetivo. Las lentes del telescopio se encontraban sin protección, expuestas al polvo, y los restantes instrumentos de la institución estaban en mal estado, dando la impresión que nada se había empleado por años (Thome a Loewy, 8/11/1899 en Chinnici 1999; 171-172). Raffinetti confirma esta situación en su informe de 1904, en el que señala que al hacerse cargo de la dirección encontró al observatorio, debido a la enfermedad de Beuf, hundido en un impresionante estado de abandono del que le resultó imposible extraerlo, carente como estuvo de medios económicos y de personal (Raffinetti, 1904 y Gershanik, 1979; 19).

Consternado, Loewy contesta a la carta de Thome:

“La información que me da usted sobre el estado del instrumento de La Plata me apenó. Se trata de un vandalismo que solo se explica por el estado mental en el cual se encontraba el Sr. Beuf desde hacía varios años. Pero me parece que esta situación no ha de comprometer la feliz iniciativa de usted. Los hermanos Henry, autores del objetivo original (roto), están dispuestos, en vista de las circunstancias especiales, a emprender la construcción de un nuevo objetivo fotográfico por el precio de 12.000 francos, comprometiéndose a terminarlo en un período de cerca de cinco meses. ... Conocedor de su capacidad para el trabajo y de su excepcional mérito personal atribuimos la mayor importancia a su colaboración. ... esperamos su presencia al próximo Congreso de la Carta del Cielo que tendrá lugar en París en la época de la Exposición...” (Loewy a Thome, 6/12/1899 en Chinnici, 1909; 172).

El telescopio astrográfico del Observatorio de Córdoba III

Sin embargo no se concretaría de esta forma, el Gobierno Argentino autoriza la adquisición de un instrumento nuevo, otorgando un presupuesto de 24.000 pesos moneda nacional.

La necesidad de comprar el objetivo, poner en condiciones el instrumento, actualizarlo instalándole lámparas eléctricas, sumado al costo del traslado y las modificaciones que deberían hacerse a la cúpula que lo albergaría – que no tenía tamaño suficiente –, seguramente quitaron viabilidad a la propuesta de utilizar el astrográfico platense.

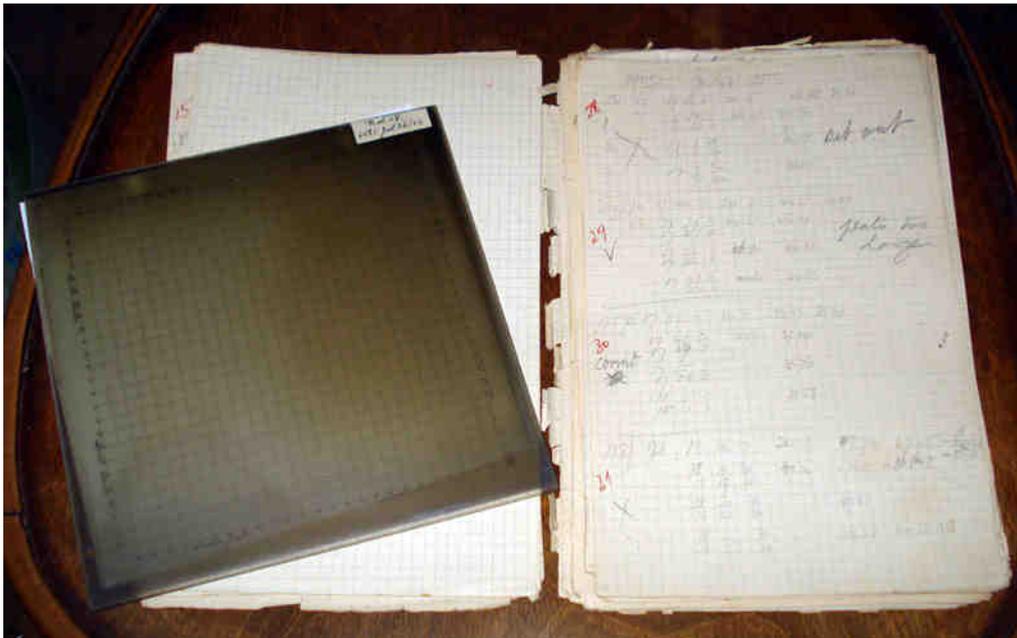
Entre los que apoyaron la compra se encontraba el Senador Carlos Pellegrini, quien fuera presidente de la república entre 1890 y 1892, al cual Thome pondera como “*un hombre de gran influencia y (que) continúa siendo un gran amigo del Observatorio*”³ (Thome a Loewy 12/06/1901 en Chinnici, 1999; 177).

El astrográfico fue encargado por Thome en 1900 en oportunidad de su viaje a París, a un costo de 40.000 francos, similar al que había sido pagado por el de La Plata (Thome a Fraissinet, diciembre de 1902).

La construcción del telescopio es seguida en París por Loewy. A principios de abril de 1901 el objetivo había sido terminado por los ópticos Henry, y en octubre Gautier finaliza su trabajo con la montura. Inmediatamente el instrumento es embalado y enviado a la Argentina.

Las 18 cajas conteniendo las distintas partes, arribaron a Córdoba en perfecto estado para diciembre de 1901 y a fines de febrero del año siguiente, el telescopio ya se encontraba instalado y listo para trabajar (Thome a Loewy, 26/12/1901 y 5/03/1902 en Chinnici, 1999; 180-181).

El instrumento se montó en la cúpula grande de 6 metros de diámetro ubicada en el ala oeste del edificio (figuras 48 a 50). Los pilares que lo soportarían fueron realizados de acuerdo a las indicaciones del constructor del instrumento, en mampostería y granito, y estaban listos a comienzos del mes de marzo.



1. Primera placa obtenida para el Catálogo Astrográfico (25/8/1902) y cuaderno de observaciones (Paolantonio y Minniti, 2009). Las placas empleadas fueron fabricadas por A. Lumière & Ses Fils S.A. Lyon-Monplaisir de Francia (Plaques au gélatino-bromure d'argent), con un tamaño de 16 x 16 cm y un espesor de 2 a 2,5 mm. El revelador empleado fue el de metol-hidroquinona.

El telescopio astrográfico del Observatorio de Córdoba III

Las pruebas fotográficas se inician en marzo de 1902, mientras que los ajustes el 13 de mayo. Una placa de la zona de Eta Carinae es enviada a Loewy con el objeto que examine su calidad. El Dr. Thome escribe a su amigo, el ingeniero uruguayo Enrique Legrand manifestando su satisfacción por lo realizado:

“Por el cliché que le he mandado de eta Argus, que los hermanos Henry encuentran “tres réussis”, se habrá dado cuenta de que estamos listos y dispuestos a ir adelante así que lo permita el tiempo” (Legrand, 1909).

La primera fotografía para el Catálogo Astrográfico se logra el 25 de agosto, con la toma del centro correspondiente a las coordenadas: declinación 24° Sur, ascensión recta 18 horas, empleándose el “réseau” Gautier N° 116.

Hasta el fallecimiento del Dr. Thome, ocurrido en septiembre de 1908, el número de placas realizadas llegó a las 600. El nuevo director, Dr. Charles D. Perrine, realiza una detallada revisión de las placas, encontrando dos inconvenientes serios: centros incorrectos y problemas de foco, por lo que la mitad debieron desecharse.

Las exposiciones de retoman el 9 de septiembre de 1909, completándose el trabajo cuatro años más tarde, el 29 de diciembre de 1913. El último día de ese año, comenzaron las tomas para la Carta, a la vez que las mediciones para el Catálogo Astrográfico.

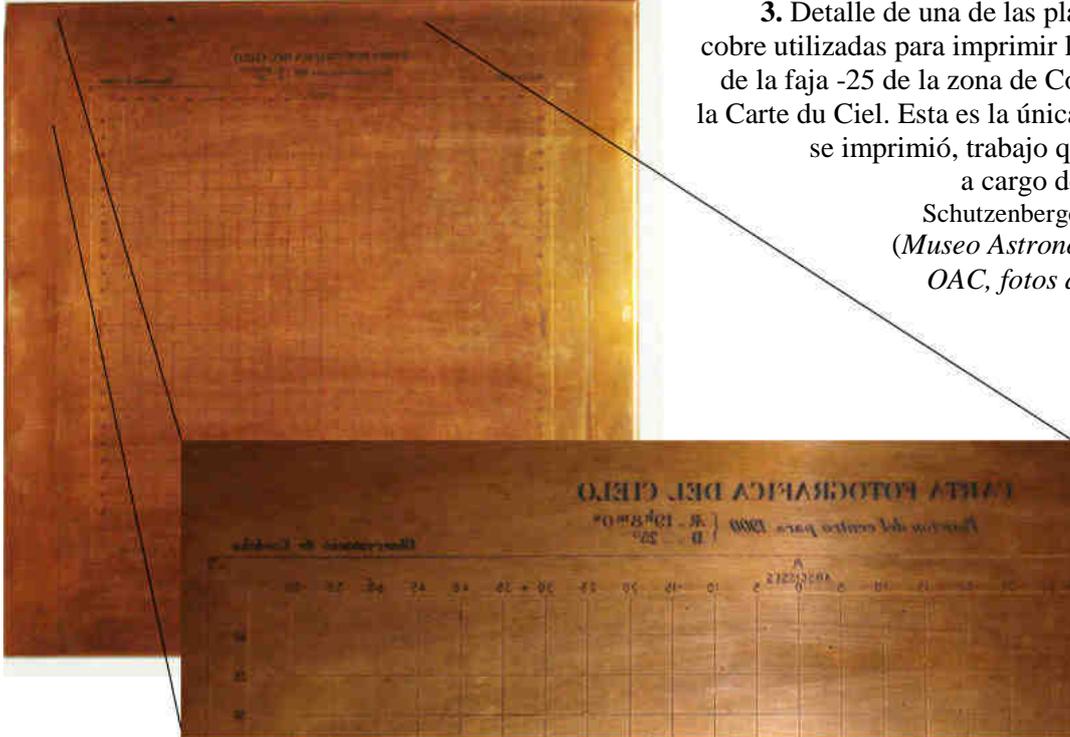
Al iniciarse en octubre de 1924 la demolición el edificio de la vieja sede, se suspenden las tareas para evitar que el polvo dañara los instrumentos. Básicamente el trabajo estaba terminado. Posteriormente, entre el 6 de marzo y el 10 de agosto de 1926, se rehicieron algunos centros de las fajas -25° y -27° .

El número total de placas realizadas para el Catálogo Astrográfico fueron 1.360, mientras que para la Carte du Ciel 1.110, de las cuales se seleccionaron las 680 necesarias para cada parte del proyecto⁴.



2. Réseau N° 191. Con anterioridad a cada exposición, se imprimía sobre la placa un “reseau”, consistente en un reticulado con líneas separadas cada 5 mm, que cubría un cuadrado de 130 x 130 mm (área útil). Se utilizaba como referencia para la posterior medición. A lo largo de los trabajos para la Carte du Ciel realizados en Córdoba se emplearon 6 réseau, con los siguientes números de serie: 106 (roto), 116, 119, 126 (roto), 182 y 192 (Paolantonio y Minniti, 2009).

El telescopio astrográfico del Observatorio de Córdoba III



3. Detalle de una de las planchas de cobre utilizadas para imprimir los mapas de la faja -25 de la zona de Córdoba de la Carte du Ciel. Esta es la única faja que se imprimió, trabajo que estuvo a cargo de la firma Schutzenberger de París (Museo Astronómico del OAC, fotos del autor)

Fueron necesarios 12 años y 8 meses para completar esta parte de la obra, extenso lapso consecuencia de los largos tiempos de exposición, así como el hecho de que los proyectos encarados por la institución comenzaron a diversificarse.

En total, la obtención de las fotografías y las mediciones de las placas demandaron 26 años. Sin bien no fue el más rápido, el Observatorio Nacional llevó adelante en tiempo razonable su compromiso, teniendo en cuenta la magnitud del trabajo – mucho mayor que el inicialmente esperado – y que lo realizado en ocasiones superó las premisas iniciales.

La publicación de los resultados requirió casi una década y 10 volúmenes de los Resultados del Observatorio Nacional Argentino. La reproducción de las placas de la Carta resultó muy cara, por lo que sólo se imprimió la faja -25^{o5}.

Durante la gestión del Dr. Livio Gratton (1957-1960) se planificó sin concretarse la re-observación de la zona del Catálogo Astrográfico (Gratton, 1960; 65)⁶.

En la actualidad, el Catálogo Astrográfico y la Carte du Ciel brinda una gran base de tiempo para la determinación de movimientos propios estelares, por lo que esta obra recobra importancia y consecuentemente la mayoría de los observatorios que participaron están digitalizando las placas para un mejor aprovechamiento.

El estado general de las placas de la colección de Córdoba es muy bueno, si bien en la emulsión de algunas se observan pequeñas manchas producto del ataque de hongos. Las correspondientes a la Carta del Cielo fueron escaneadas en baja resolución en el año 2004 (Busto Fierro et al, 2004).

Mayores detalles sobre los trabajos realizados en el Observatorio Nacional Argentino para el Catálogo Astrográfico y la Carte du Ciel pueden encontrarse en Paolantonio y Minniti 2009 y Minniti y Paolantonio 2009.

Otros estudios destacables llevados adelante empleando el Telescopio Astrográfico, fueron la extensa serie de fotografías del cometa Halley obtenidas en 1910, y los tránsitos de Mercurio de 1914 y 1940. Durante la gestión del Dr. Perrine, el telescopio se ocupó en la fotografía de objetos nebulosos, en particular cúmulos globulares, en el marco del estudio que sobre estos cuerpos realizó el director (Paolantonio y Minniti, 2009 y Minniti y Paolantonio, 2009).



4. La gran fortaleza de la montura permitió adosarle una cámara destinada a la observación de manchas solares. El agregar una cámara extra al astrográfico fue una práctica habitual en varios observatorios, tales como el de La Plata, Santiago de Chile, Paris y San Fernando (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).

6

El instrumento también se empleó en forma sostenida para el estudio de posiciones de un gran número de cometas y asteroides, realizándose varios redescubrimientos y descubrimientos, tal el caso del cometa [1941 B2](#).

Como casos singulares, pueden mencionarse las observaciones fotométricas de ocultaciones de estrellas por la Luna, realizadas por Juan J. Rodríguez, del Departamento de Astrometría – dirigido por el Dr. Gualberto Iannini –, a fines de los 60 y principios de 1970 (Rodríguez, 2011), y el estudio de manchas solares empleando una cámara adosada al tubo del telescopio (figura 4).

En la década de 1970 se llevaron adelante las observaciones de las “Zonas de Pulkovo”, un programa internacional cuyo objeto era referir los movimientos propios a galaxias, último trabajo de envergadura realizado con el astrográfico del observatorio de Córdoba (Calderón, 2011, Bustos Fierro, 2004).

El telescopio se empleó por muchos años para las prácticas de los estudiantes de Astrometría General de la Licenciatura de Astronomía.

Entre otros, los que utilizaron con mayor asiduidad este instrumento fueron: Robert Winter, hasta 1934; Jorge Bobone, hasta 1958 y Juan J. Rodríguez y Zenón Pereyra hasta aproximadamente 1980.

El astrográfico del Observatorio Astronómico de Córdoba, luego de nueve décadas de fructífera actuación, dejó de operar en 1992, como consecuencia de la polución luminosa del entorno urbano y la discontinuidad en la producción de las placas fotográficas.

Los últimos trabajos publicados en los que se menciona el empleo de este instrumento, se relacionan con el estudio de estrellas variables: Milone, L., Minniti, E. y Paolantonio, S. (1990). “UX Antliae, UW Centauri and RZ Normae at minimum brightness”. IBVS N° 3526. Budapest: Konkoly Observatory; y Paolantonio, S. y Calderón, J. (1993). “Is V731 Sco an RCB star?”, IBVS N° 3869, Budapest: Konkoly Observatory.

Descripción del Telescopio Astrográfico del Observatorio Nacional Argentino

Todos los astrográficos construidos en Francia son muy similares⁷. El de Córdoba tiene algunas particularidades, producto de haber sido adquirido tardíamente y de las adaptaciones que debieron realizársele para permitir su montaje en un refugio existente de dimensiones exiguas para el tamaño del instrumento. Fuera de estas diferencias menores que se detallan más adelante, la descripción que se realiza a continuación del astrográfico

El telescopio astrográfico del Observatorio de Córdoba III

del Observatorio Nacional Argentino, es válida para los instrumentos existentes en el resto de los observatorios sudamericanos.

La óptica

El telescopio cuenta con dos objetivos, uno fotográfico y otro visual para el anteojo guía. Estas ópticas fueron talladas por los hermanos Paul (1848-1905) y Prosper (1849-1903) Henry, utilizando discos de vidrio fabricados por M. Mantois de París.

El objetivo fotográfico tiene 330 mm de diámetro y una distancia focal de 3.471 mm (Perrine, 1925) – verificado en 1991 por el autor –, por lo que cada milímetro sobre la placa fotográfica equivale a un ángulo en el cielo de un minuto de arco – aproximadamente 1/30 avas parte del diámetro de la Luna –.

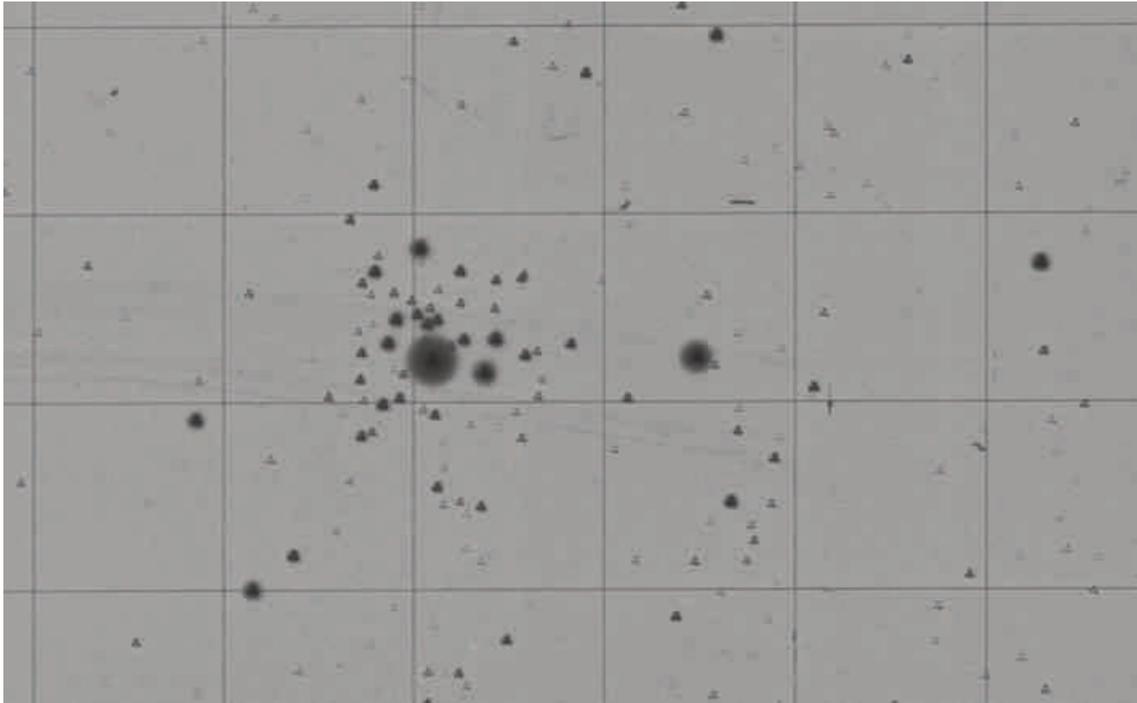
Los objetivos deben hacer converger la luz en un punto, sin embargo esto nunca ocurre, por lo que las imágenes de las estrellas dejan de ser puntuales para transformarse en un manchón de luz. Para tratar de minimizar estas “aberraciones”, se utilizan sistemas más o menos complejos de varias lentes, dos en el caso del astrográfico, una convergente fabricada en vidrio crown y otra divergente elaborada en vidrio flint. Este tipo de objetivos, denominados dobletes aplanáticos, son diseñados para disminuir al máximo las aberraciones esféricas y comática, así como la cromática.

En el astrográfico, la aberración cromática está corregida específicamente para la zona violeta del espectro⁸ – 4300 Å, “línea G de Fraunhofer” (Carte Photographique du Ciel, 1887; 102) –, la que se corresponde con la región de máxima sensibilidad de las placas marca Lumiere utilizadas para el trabajo.

El astrográfico del observatorio de Córdoba presenta notable campo curvo con la parte convexa del lado del objetivo, característico de estos instrumentos, a la que se le suma la aberración esférica.

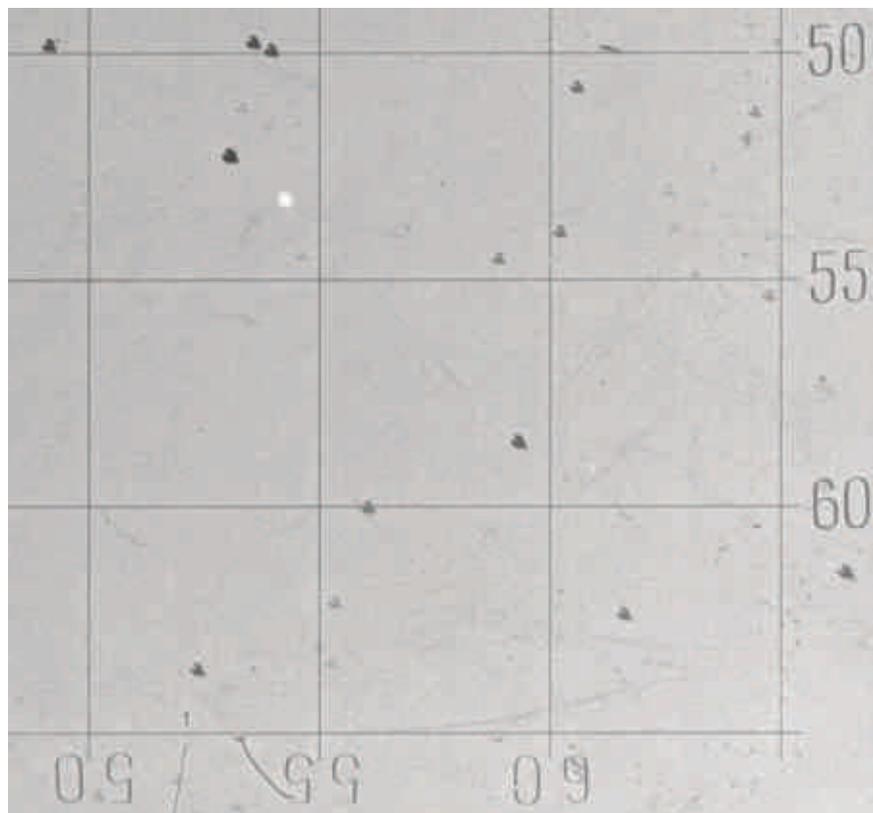


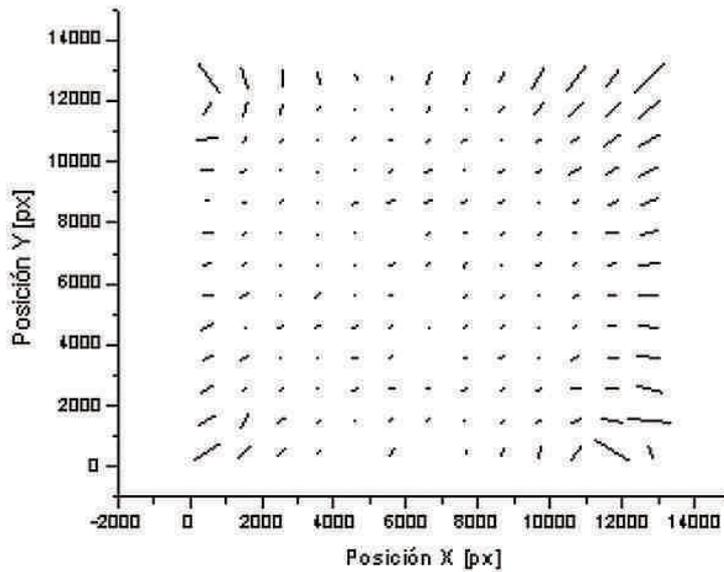
5. Los objetivos del astrográfico están montados sobre una placa metálica atornillada al extremo del tubo de sección rectangular, el mayor (izquierda) objetivo fotográfico (d: 33 cm), el menor (derecha) objetivo del anteojo guía (d: 19 cm). Internamente el tubo está dividido en dos longitudinalmente por una chapa, pintado en negro mate. (Foto S. Paolantonio, 2011).



6. Detalle de la placa N° 6.083 obtenida el 12/3/1915 por R. Winter, de la región del cúmulo NGC2362. Pueden apreciarse las imágenes triples de las estrellas, producto de 3 exposiciones de 20 minutos, en triángulo equilátero de 14" de lado. La orientación de uno de los lados es Este-Oeste. Este método se siguió con el objeto de eliminar la confusión de las estrellas con fallas de placas. Magnitud límite aproximada es 14 (*Archivo OAC, digitalizada Melia- Willemoës*).

7. Si bien las imágenes estelares son muy buenas en el centro de placa, disminuyen su calidad hacia los bordes. En la imagen se muestra un detalle de uno de los ángulos de la placa N° 6.083, en el que puede apreciarse el alargamiento radial de las imágenes (que adoptan una forma aproximadamente elíptica), consecuencia de las aberraciones del sistema óptico (*Archivo OAC, digitalizada Melia- Willemoës*).

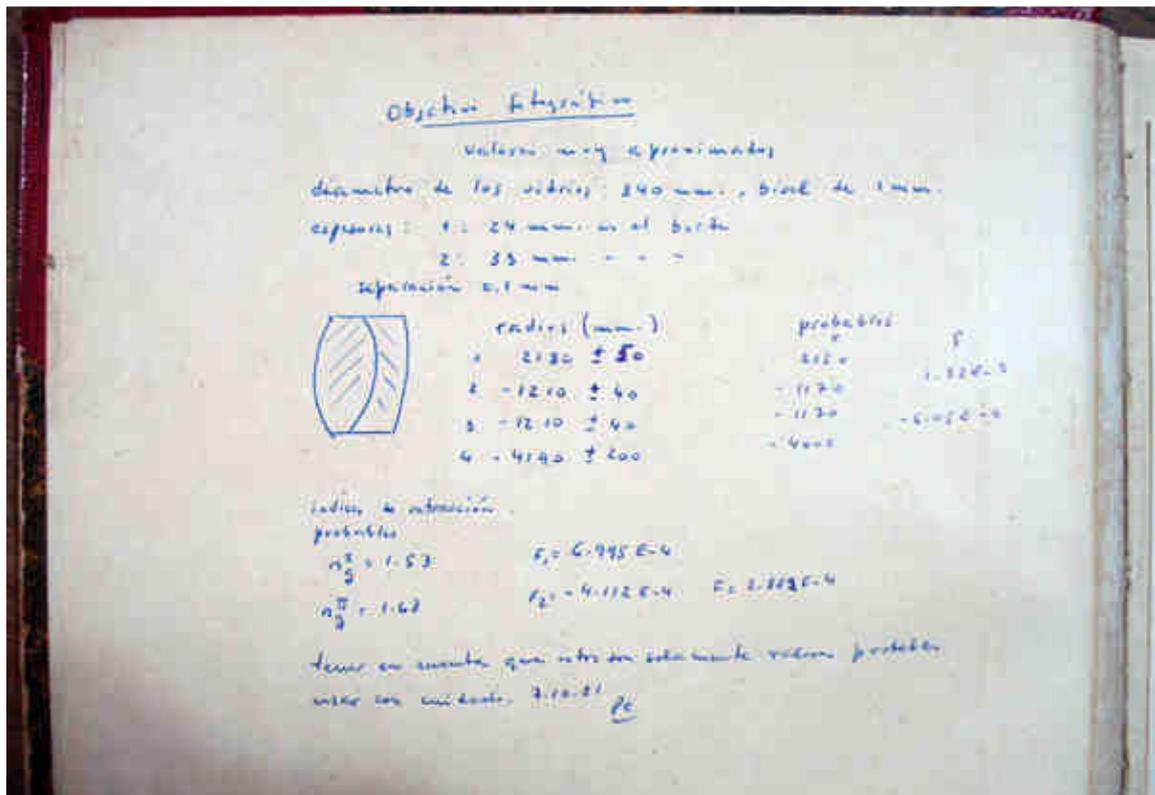




8. Los segmentos en la figura representan la elipticidad y orientación de las imágenes estelares en distintas posiciones en de la placa N° 6.448 obtenida en Córdoba. La longitud de los segmentos es proporcional a la elipticidad (Bustos Fierro, 2007, figura 12, p. 21).

La inspección de las placas obtenidas en Córdoba, muestra que las aberraciones se hacen rápidamente notables hacia la periferia, presentando imágenes estelares alargadas en forma radial⁹ (figuras 7 y 8).

Las primeras fotografías realizadas evidenciaron que el objetivo adolecía de aberraciones residuales muy importantes. A mediados de 1909, el Dr. Perrine analiza detalladamente las placas obtenidas hasta ese momento, descubriendo que las imágenes estelares se mostraban triangulares, efecto causado por el soporte defectuoso de las lentes.



9. Nota incluida en uno de los libros de registro del astrográfico (1954-1969), en la que se indican los parámetros aproximados del objetivo, medidos y calculados por Zenón Pereyra en la década de 1980 (Museo Astronómico OAC, digitalizada Melia- Willemoës).



10. Detalle del objetivo fotográfico en el que pueden verse los separadores de papel mencionados en el texto (S. Paolantonio, 2011)

El mecánico James Oliver Mulvey, en 1911, corrige este problema cambiando las láminas de plomo que suplementaban las lentes por tiras de papel (figura 10). Como el problema aún se notaba en determinadas circunstancias – tal vez ante los cambios de temperatura –, se modificó completamente el soporte, reemplazando el anillo de bronce original que no tenía la rigidez requerida por ser muy delgado. Las lentes se tomaron de costado con un anillo de hierro fundido fabricado en los talleres del observatorio, de mayor espesor, que distribuía uniformemente la presión sin deformar las lentes.

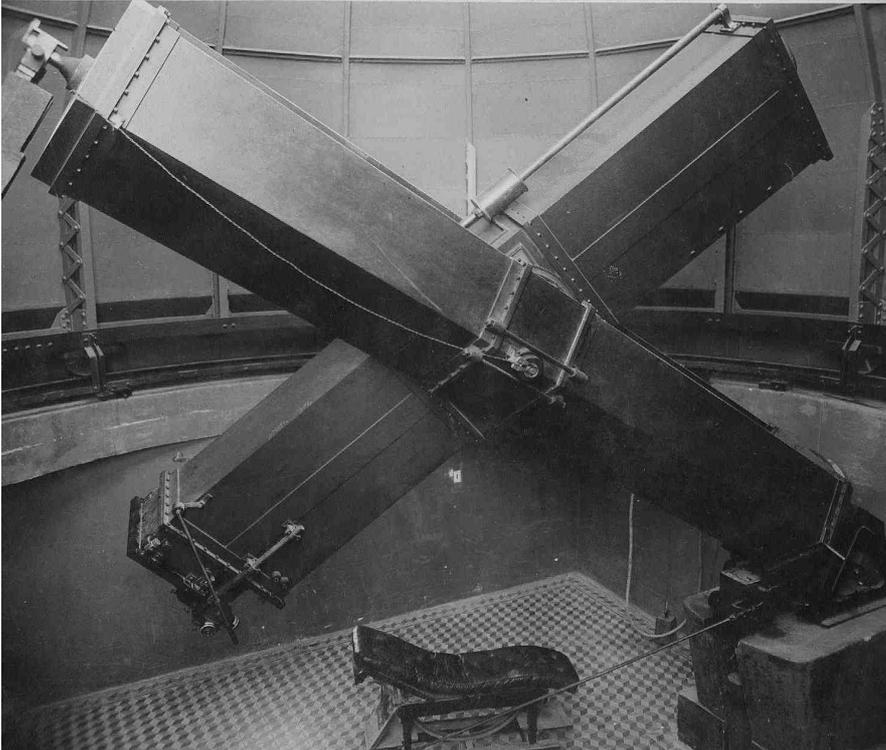
Se encontró que diafragmando el objetivo a un diámetro de 280 mm, se mejoraba notablemente las imágenes de las estrellas situadas lejos del centro de la placa, por lo que todas las exposiciones se realizaron con este diafragma.

El anteojo guía cuenta con un objetivo de 19 cm de diámetro, corregido en el visual, con una distancia focal de 3.630 mm. Cuando era necesario utilizar estrellas guías débiles para el seguimiento, el tamaño del objetivo resultaba insuficiente. Perrine sostenía que hubiera sido aconsejable una abertura de 250 mm (Perrine, 1925; XI). El diámetro propuesto es similar al astrográfico original del Observatorio de París y al de La Plata, que cuentan con objetivos guías de 240 mm.

La montura

La montura del astrográfico, fabricada por Paul Ferdinand Gautier (1842-1909), es del tipo inglesa (figuras 11 y 12). Esta configuración posee una excelente estabilidad mecánica y aventaja a la montura tipo alemana, empleada en los astrográficos fabricados por Grubb – con excepción del de Sydney –, en que no es necesario girar el tubo cuando se pasa de observar de oriente a occidente o viceversa. En contrapartida, tiene la limitación de tornar inaccesible la región polar celeste – aproximadamente desde los -55° de declinación –, hecho sin importancia para la concreción del programa, teniendo en cuenta que la faja a fotografiar correspondía a las declinaciones -25° a -31° .

El tubo del telescopio, un paralelepípedo de sección rectangular de 37 x 68 cm, contiene los objetivos fotográfico y del anteojo guía, montados sobre una placa de bronce



11. Telescopio astrográfico del Observatorio Nacional Argentino en la cúpula actual (circa 1914). La montura fabricada por P. Gautier es del tipo inglesa. (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).



12. Telescopio astrográfico del Observatorio Nacional Argentino en la cúpula actual (*gentileza Robert Winter*).

atornillada a uno de sus extremos. Está dividido a lo largo por una chapa y su interior pintado en negro mate para evitar reflejos. En el extremo opuesto a los objetivos se encuentran – alineados con los respectivos ejes ópticos –, un porta chasis de placas fotográficas y un micrómetro bifilar utilizado para la guía.

El tubo es soportado en su parte media por dos muñones – que forman el eje de declinación – a una estructura en forma de anillo rectangular, usualmente llamada yugo. En el extremo norte de esta estructura hay un muñón, mientras que en el sur un pivote, que definen el eje polar, los que giran apoyados en sendos pilares, de altura adecuada para darle la inclinación según la latitud del lugar – pilar norte bajo y pilar sur alto –, $31,42^\circ$ para Córdoba.

El yugo está compuesto por dos largueros huecos de sección triangular, construidos en chapa de hierro. Cada uno está conformado por tres partes, dos sectores iguales en los extremos y otro distinto que incluye el buje para el muñón correspondiente del eje de declinación. El conjunto se encuentra unido por medio de tornillos de cabeza cilíndrica.

El yugo se completa en sus extremos por piezas alivianadas de fundición de hierro, sujetas a los largueros también por tornillos¹⁰.

El giro del telescopio, necesario para el seguimiento del movimiento diurno de la esfera celeste, se logra mediante un sistema de relojería eléctrica, ubicado en el pilar norte. El astrónomo Luis Guerin describió el sistema en la conferencia dictada en 1929 en la Sociedad Científica Argentina:

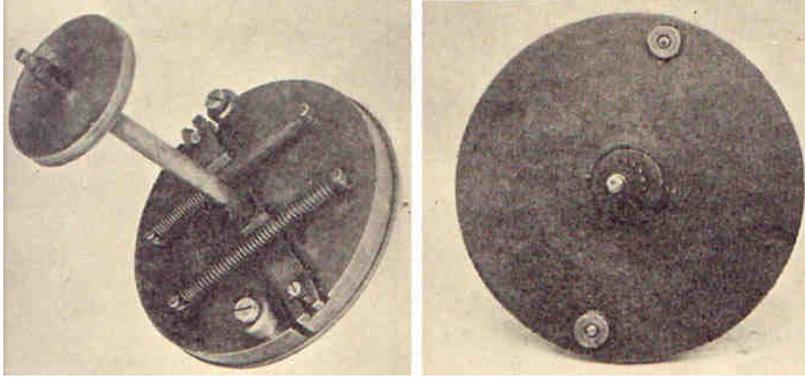
“Esta corrección automática estaba basada sobre el principio que un péndulo libre que no tenga esfuerzo que transmitir, trabajará mucho mejor que uno que tiene un pesado telescopio que mover. Colocando un péndulo libre de manera que cada segundo cierre el circuito en unos electroimanes, pueden disponerse aparatos que hagan funcionar correctamente todo el mecanismo. Así que se tienen a disposición tres métodos: control a mano, control eléctrico, y control automático. Sin embargo, ninguno de ellos es perfecto, y siempre hay que contar sobre la habilidad del observador.” (Guerin 1929).

El sistema, gobernado por el reloj del observatorio a través de una conexión eléctrica, contaba con una pesa similar a la utilizada en algunos relojes (figura 22). Al llegar a su posición más baja, la pesa era elevada por un pequeño motor que se accionaba automáticamente (Rodríguez, 2011). El movimiento es transmitido al eje polar por medio de un conjunto de corona y tornillo “sin fin” (figura 42).

Con el objeto de realizar las correcciones necesarias a este movimiento, que nunca logran ser lo suficientemente exacto, se utiliza el telescopio guía. Este telescopio posee un micrómetro, que cuenta con un retículo de hilos móviles utilizando tornillos de pasos finos. Colocando en el centro del retículo una estrella que servirá como referencia, es posible corregir los movimientos del instrumento mediante comandos que controlan la velocidad de giro y el movimiento en declinación, pudiéndose lograr de este modo imágenes estelares puntuales. El observador realizaba la corrección en ascensión recta por medio de una larga barra que giraba con su mano derecha (figura 21), mientras que con la izquierda corregía la declinación moviendo una perilla adosada a un lado del tubo del telescopio (figura 31).

Adquirir la habilidad necesaria para realizar correctamente esta tarea, implicó numerosas pruebas y desechar varias placas por presentar imágenes estelares “corridas”, las que se manifestaban como alargadas.

El telescopio astrográfico del Observatorio de Córdoba III



13. Sistema de regulación ideado y fabricado por James Mulvey, que en 1914 reemplazó al original basado en “aletas” (Perrine, 1925; XIII).

13

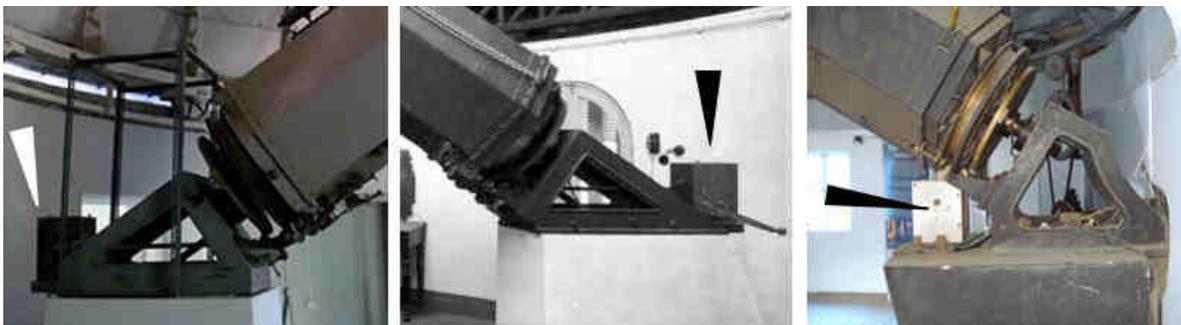
La relojería original, cuyo movimiento estaba regulado por un sistema de Foucault con “aletas”, trabajaba deficientemente y era sensible a las condiciones atmosféricas.

Con el objeto de solucionar este problema, en 1909 el mecánico del observatorio James Mulvey mejora el escape del sistema. Posteriormente, en 1914 confecciona un regulador de su invención (figura 13) que dio resultados óptimos, junto con un motor eléctrico. Este nuevo aparato, de suma sencillez, permitió las correcciones necesarias sin alterar la marcha del reloj de control¹¹. Este sistema se había probado con resultados óptimos en los telescopios portátiles empleados en las campañas realizadas para la observación de los [eclipses de 1912 y 1914](#) (Paolantonio y Minniti, 2008), y posteriormente será utilizado en el [gran reflector de 76 cm](#). Una descripción del mismo puede encontrarse en Perrine, 1925, páginas XII a XIV.

El sistema de relojería del astrográfico de Córdoba fue actualizado a fines del siglo XX, reemplazándose por un motor paso a paso con su correspondiente electrónica y conjunto de engranajes.

Al adquirirse el astrográfico en el año 1900, el lugar disponible para instalarlo era una de las cúpulas grandes (figura 48 a 50). Si bien los 6 metros de diámetro de la cúpula eran muy exigüos para el instrumento¹², utilizarla implicaba una ventaja económica y de ahorro de tiempo muy importante, por lo que Gautier debió realizar algunas modificaciones en el soporte norte para que el instrumento entrara en este refugio. El sistema de relojería fue cambiado de lugar, ubicándose entre los pilares, cambiándose también la forma del soporte para acortarlo (figura 14).

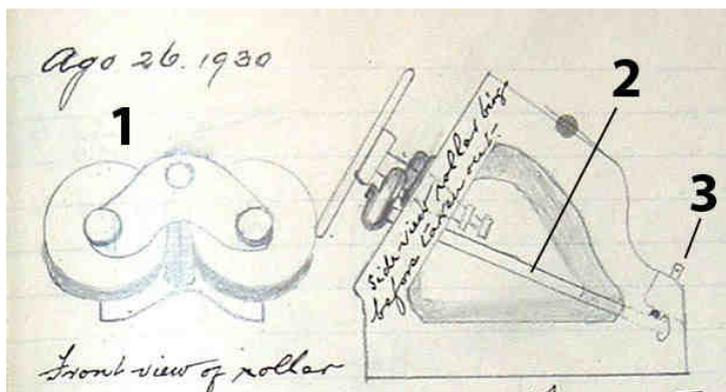
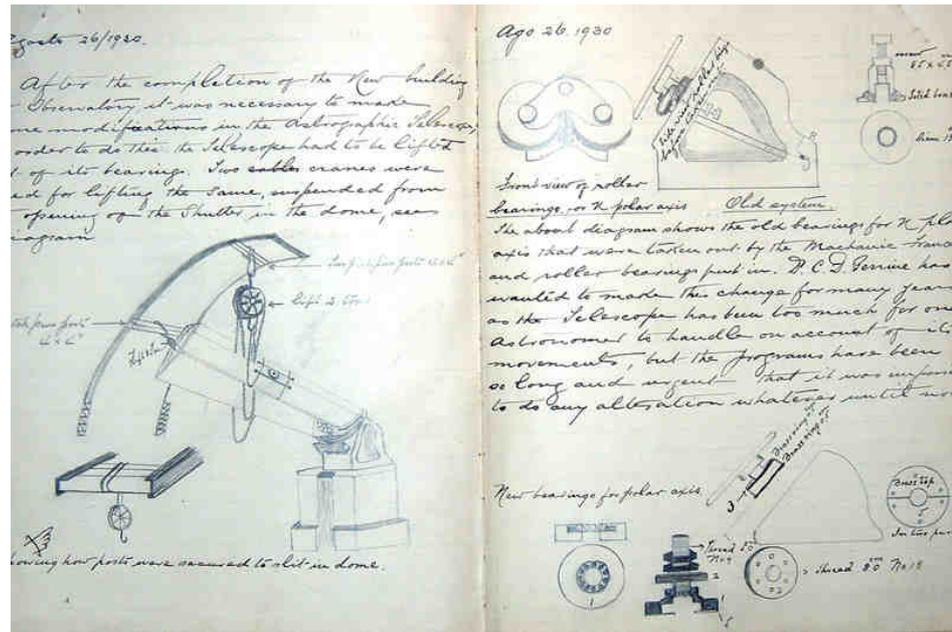
En ocasión del traslado del astrográfico a la nueva cúpula, ocurrido en 1914, el Dr. Perrine intentó incorporar al pivote del extremo norte un rodamiento, pero la falta de



14. De izquierda a derecha, pilar norte de los observatorios de Santiago de Chile; La Plata y Córdoba. Se señalan las posiciones de los sistemas de relojería. El de Córdoba – en la imagen se muestra el sistema actual, ubicado en el mismo lugar que el original – está situado entre los pilares a diferencia del resto de astrográficos fabricados en París. Se aprecia también que la forma del soporte de fundición de hierro es distinta. La forma triangular fue truncada para ahorrar lugar y permitir el montaje del instrumento en la cúpula de 6 metros (Fotos S. Paolantonio).

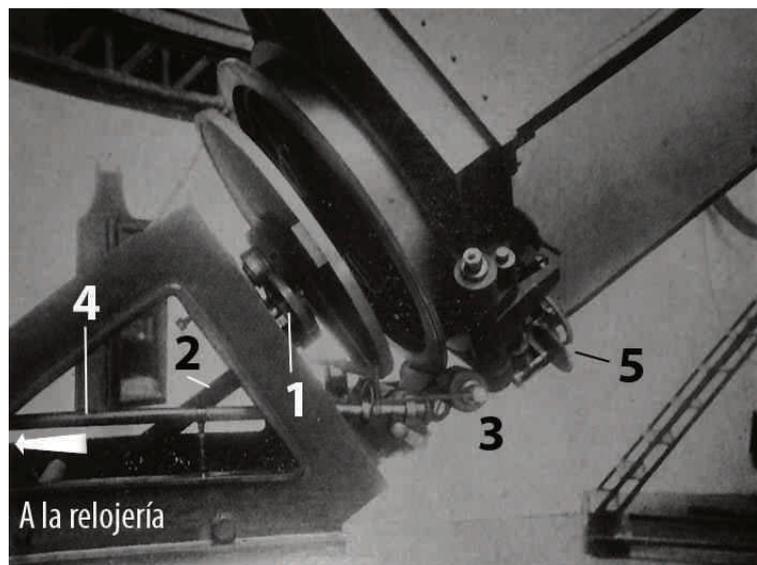
El telescopio astrográfico del Observatorio de Córdoba III

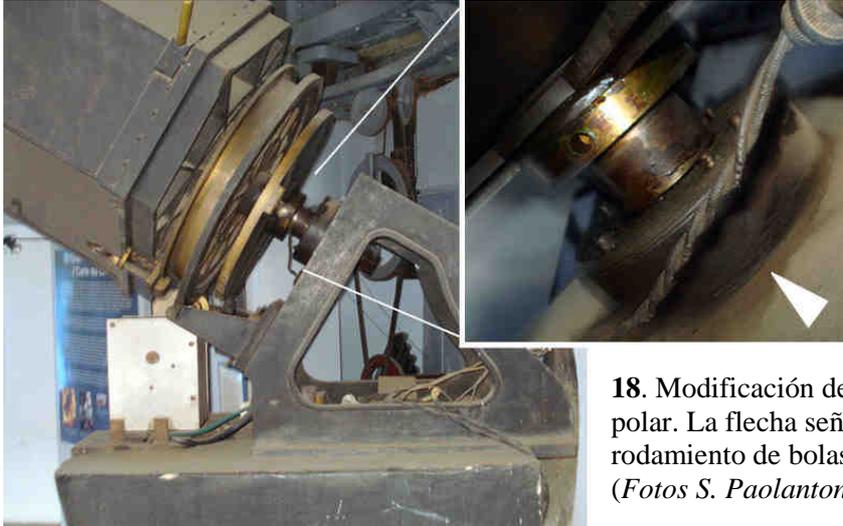
15. Registro de las modificaciones realizadas en 1930, ocasión en que se montó un rodamiento en el extremo norte del eje polar (Libro Astrográfico N° 5, Archivo OAC, digitalizada Melia-Willemoës).



16. Detalle del dibujo de las modificaciones del pivote norte. Las ruedas de soporte del pivote (1) (eliminadas) eran similares a las del astrográfico de La Plata que se pueden apreciar en la figura 17 (indicadas con 1). También se identifica la barra (2) (2 en la figura 17), que por medio del tornillo (3) permitía ajustar las ruedas (1) (Archivo OAC, digitalizada Melia-Willemoës).

17. Pilar norte del astrográfico del Observatorio de La Plata. (3) sistema de corona - tornillo sin fin. (1) ruedas de soporte del pivote similares a las que tenía el de Córdoba antes de su modificación (figura 16). La relojería se ubica en la parte posterior del pilar, por lo que requiere de una barra que la vincula al tornillo sin fin (4), no necesaria en el de Córdoba. Puede apreciarse el mecanismo para corregir los defectos del sistema de seguimiento, diseñado por el Dr. Hartmann y construido en el observatorio (5) (Anchorena, 1927; 133).





18. Modificación del extremo norte del eje polar. La flecha señala la caja con el rodamiento de bolas agregado. Ver figura 15. (Fotos S. Paolantonio).

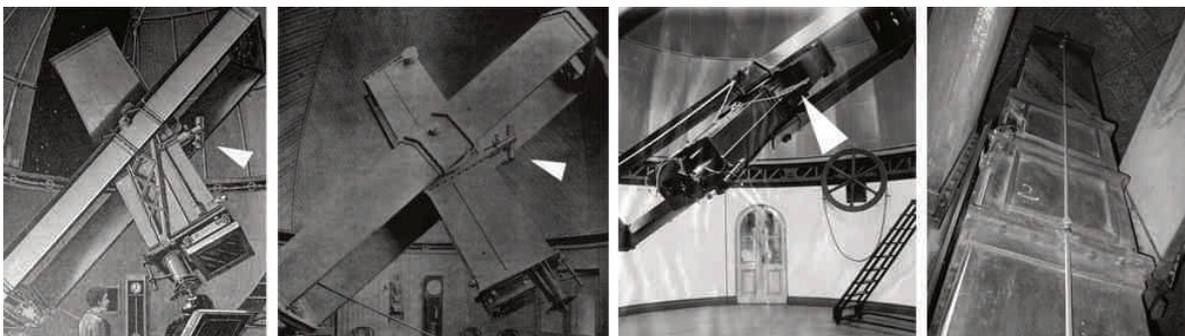
espacio en la montura y la urgencia por continuar con las observaciones le impidió hacerlo (Libro del Astrográfico N°5). En su lugar, implementó un sistema de lubricado en baño de aceite para el tornillo sin fin y la corona. Años más tarde, en agosto de 1930, se logra finalmente montar el rodamiento (figuras 15 y 18).

Estas modificaciones implicaron una mejora notable en la calidad de las imágenes obtenidas y un menor trabajo durante el guiado. El instrumento fue perfeccionado utilizando totalmente recursos locales, un notable logro para la época.

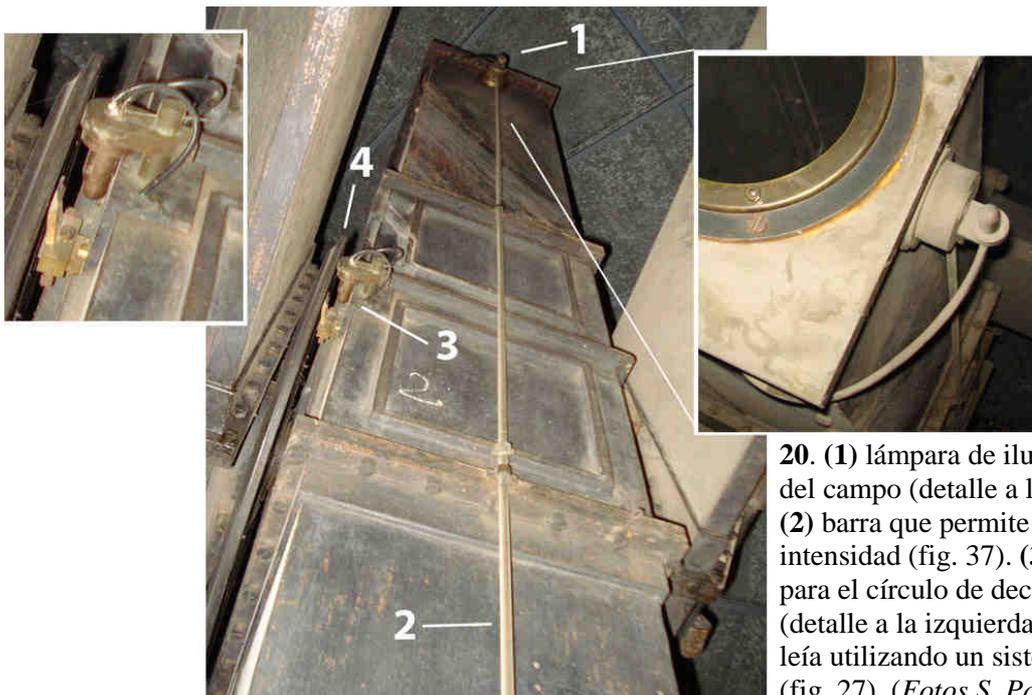
Otra diferencia destacable del astrográfico cordobés con el resto de telescopios sudamericanos, radica en el empleo de motores – en el sistema de relojería – y lámparas eléctricas.

Los hilos del micrómetro filiar empleados para el guiado, requerían ser iluminados para que el observador pudiera verlos. Dadas las dificultades que se tenían en la época para lograr esto, la solución elegida fue iluminar el campo, con lo que los hilos podían verse por contraste. Este método tiene el inconveniente que las estrellas más débiles se “pierden” por el brillo de fondo, y seguramente fue una de las causas por lo que se estimaba que el diámetro del anteojo guía era insuficiente.

En los astrográficos de Santiago y La Plata, la iluminación del campo y del círculo graduado de declinación, se obtenía por medio de una lámpara – probablemente “de petróleo” – con un sistema cardán que la mantenía vertical. La intensidad podía regularse por medio de una perilla ubicada a un lado del anteojo guía (figuras 20 y 37) (Talius, 1897; 237). En el de Córdoba se adoptó la iluminación con lámparas eléctricas (figura 20).



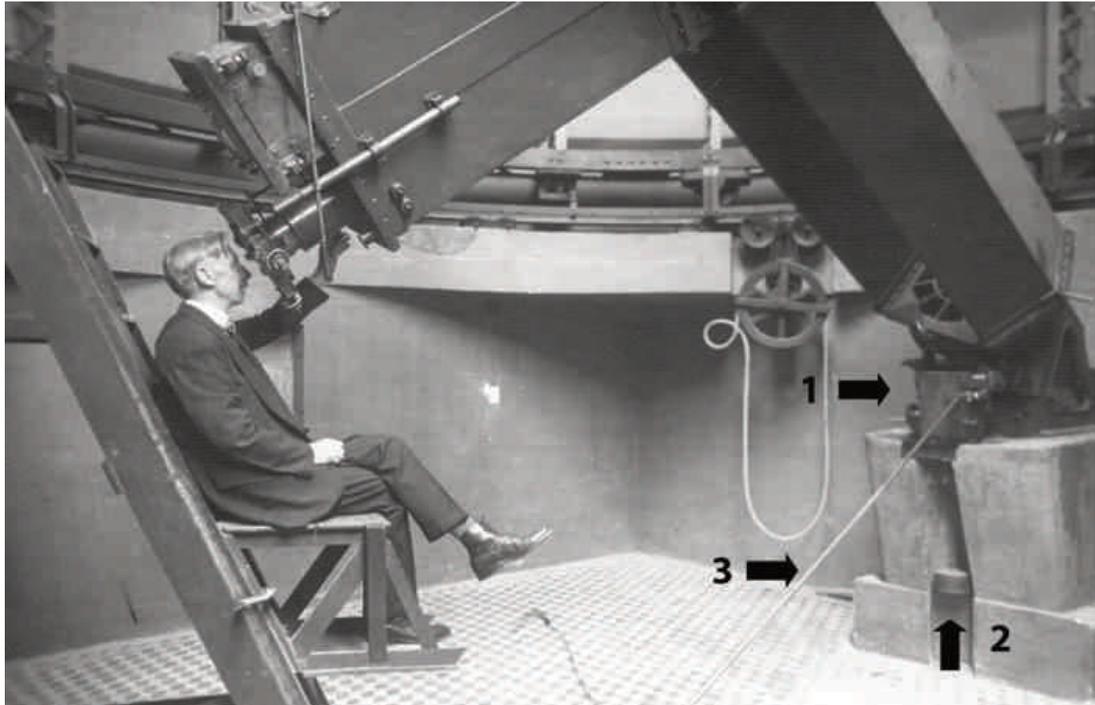
19. De izquierda a derecha astrográficos de: París (Repsold, A. (1914)), Escuela Vaticana (Chinici, 1999), La Plata (<http://museo.fcaglp.unlp.edu.ar/galeria/sala15/astrografico.htm>) y Córdoba (Foto S. Paolantonio). Las flechas indican el sistema de iluminación por lámpara y sistema cardán, ausente en el telescopio del Observatorio Nacional Argentino.



20. (1) lámpara de iluminación del campo (detalle a la derecha), (2) barra que permite regular su intensidad (fig. 37). (3) lámpara para el círculo de declinación (4) (detalle a la izquierda), el que se leía utilizando un sistema óptico (fig. 27). (Fotos S. Paolantonio)



21. El telescopio astrográfico montado en la cúpula de la vieja sede del observatorio (figuras 48 y 49) en 1912. Robert Winter, uno de los fotógrafos que participó en el programa de la Carte du Ciel, se ubica en posición de observación, sobre la “cama” regulable. En su mano derecha sostiene la barra que permite realizar las correcciones del movimiento de ascensión recta durante las exposiciones. Las correcciones en declinación se realizaban con la mano izquierda moviendo una pequeña rueda que no se puede ver en la fotografía (figura 31) (*Los principios*, 1912).



22. R. Winter se ubica en posición de observación sobre una escalera especial. En el pilar norte se aprecian el sistema de relojería original (1), la pesa del mismo (2) y la barra utilizada para realizar las correcciones en ascensión recta (3). (Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio).



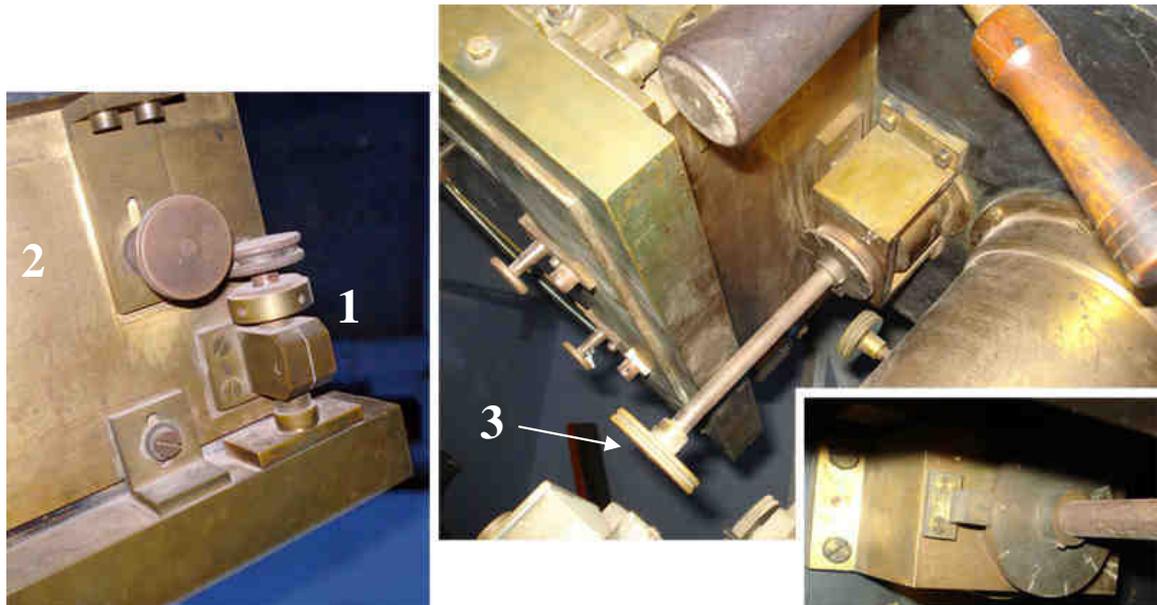
23. Extremo del tubo del astrográfico con el soporte del chasis porta placa (1) y el micrómetro (2). El “buscador” (3) es un pequeño telescopio de gran campo, que facilita ubicar el área a fotografiar (figura 37); (4) “brazo” del movimiento fino en declinación y (5) su mecanismo de accionamiento (figuras 31 y 32); (6) freno del telescopio en declinación (Foto S. Paolantonio, 2011).



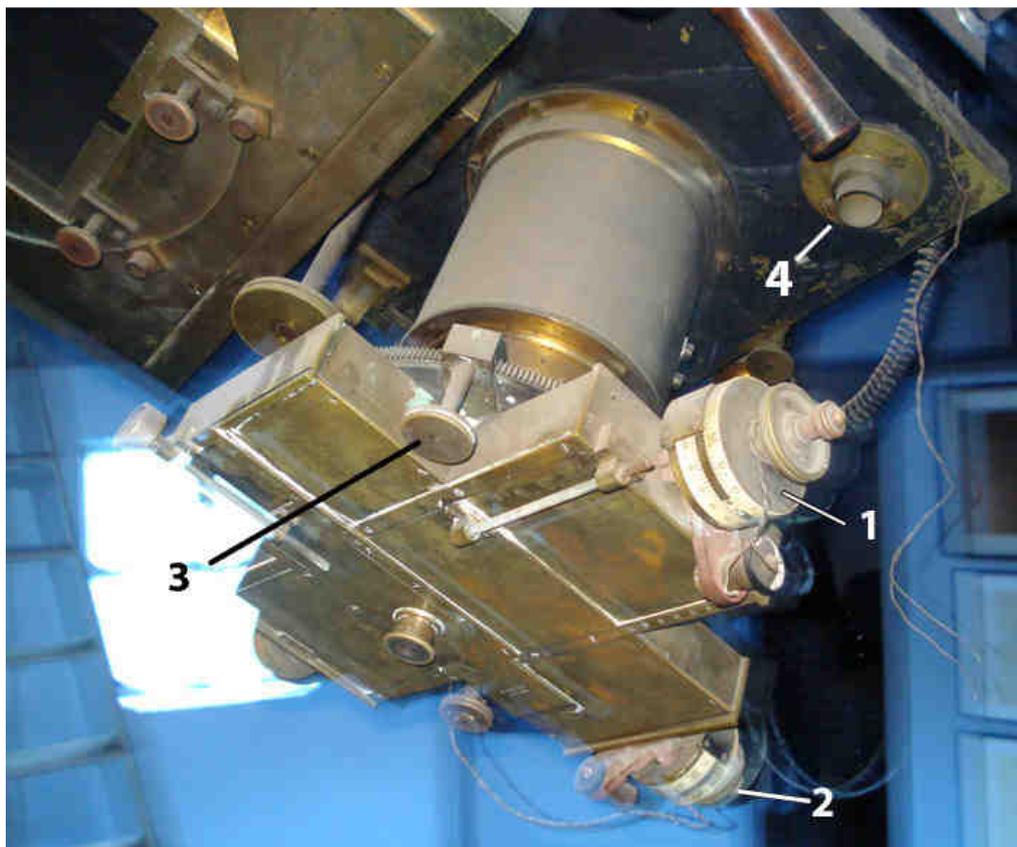
24. Izquierda, conjunto soporte del chasis porta placa y derecha, micrómetro (Foto S. Paolantonio, 2011).



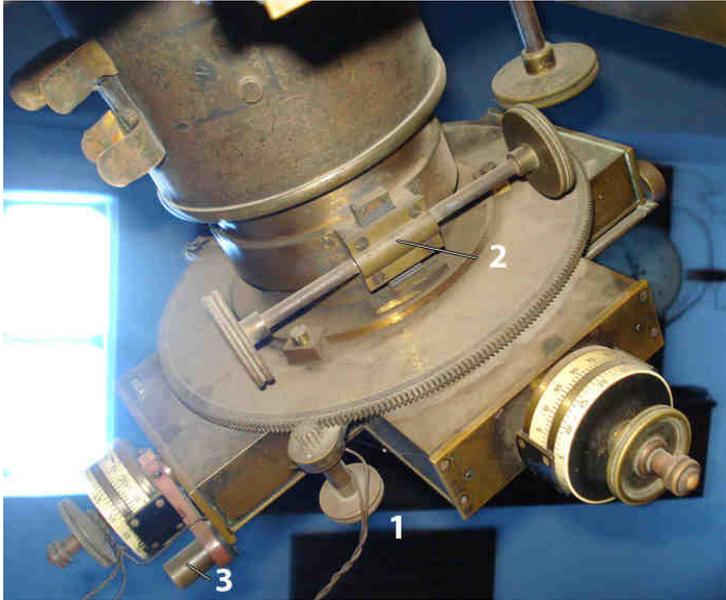
25. Conjunto del soporte del chasis porta placa. El chasis se sujeta por medio de 4 trabas (1). Pueden apreciarse los elementos destinados a la regulación de la posición del soporte (2) (detalle en figura 26) (Foto S. Paolantonio, 2011).



26. A la izquierda detalle de las regulaciones ubicadas en las cuatro esquinas del soporte del chasis porta placa, que permiten conseguir la perpendicularidad entre el eje óptico y la placa fotográfica (1), así como lograr el enfoque (2). Luego de desajustar las perillas (2), el enfoque se realiza por medio del dispositivo (3) que cuenta con una escala (recuadro a la derecha)
(Fotos S. Paolantonio, 2011).



27. Micrómetro bifilar utilizado para el guiado del instrumento durante las exposiciones. (1) y (2) permiten los movimientos micrométricos X-Y perpendiculares al eje óptico, con la perilla (3) puede girarse el conjunto del micrómetro. (4) Lugar donde se ubicaba el ocular que permitía leer el círculo de declinación (Foto S. Paolantonio, 2011).



28. Vista posterior del micrómetro. (1) Mecanismo de giro (corona y piñón), (2) mecanismo de enfoque con cremallera y (3) lámpara de iluminación de las escalas (Foto S. Paolantonio, 2011).

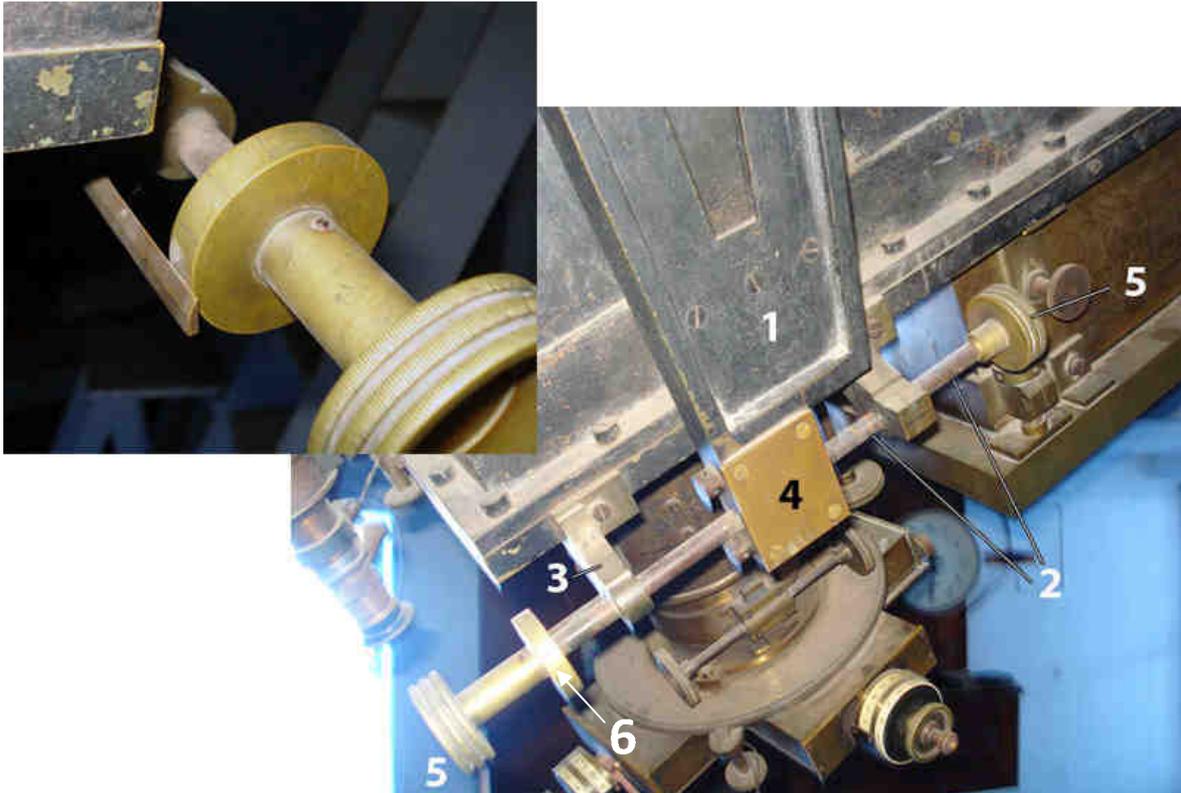
29. R. Winter utilizando el micrómetro. En su mano derecha sostiene el accionamiento del obturador de la cámara (figuras 35 y 36) (Los Principios, 1912).



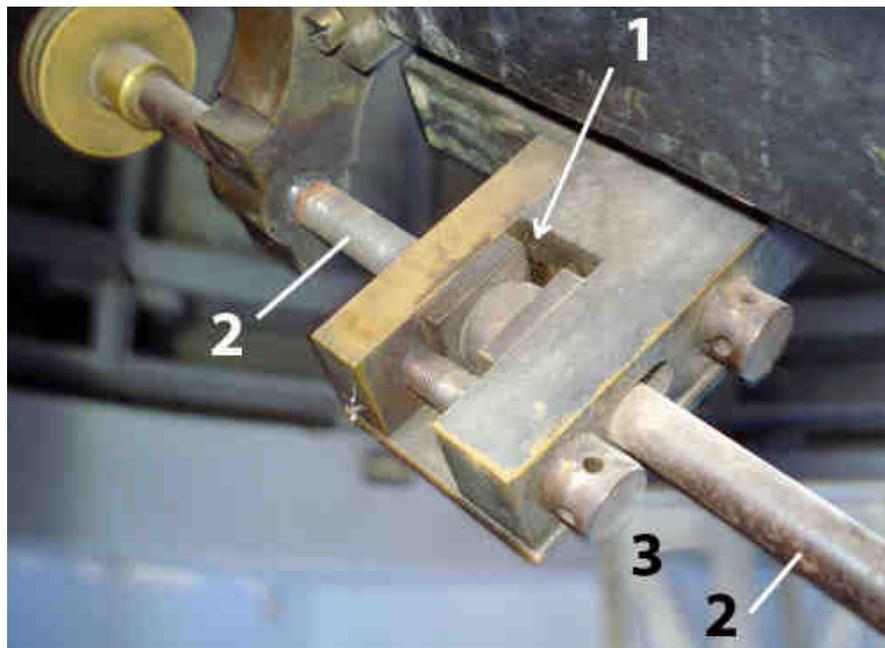
30. Detalle del sistema que posibilita el desplazamiento lateral del ocular del micrómetro. Nótese la escala (0-80 mm).

Abajo, detalle del grabado ubicado en el micrómetro indicando el constructor: "P. Gautier, París 1901" (Fotos S. Paolantonio, 2011).

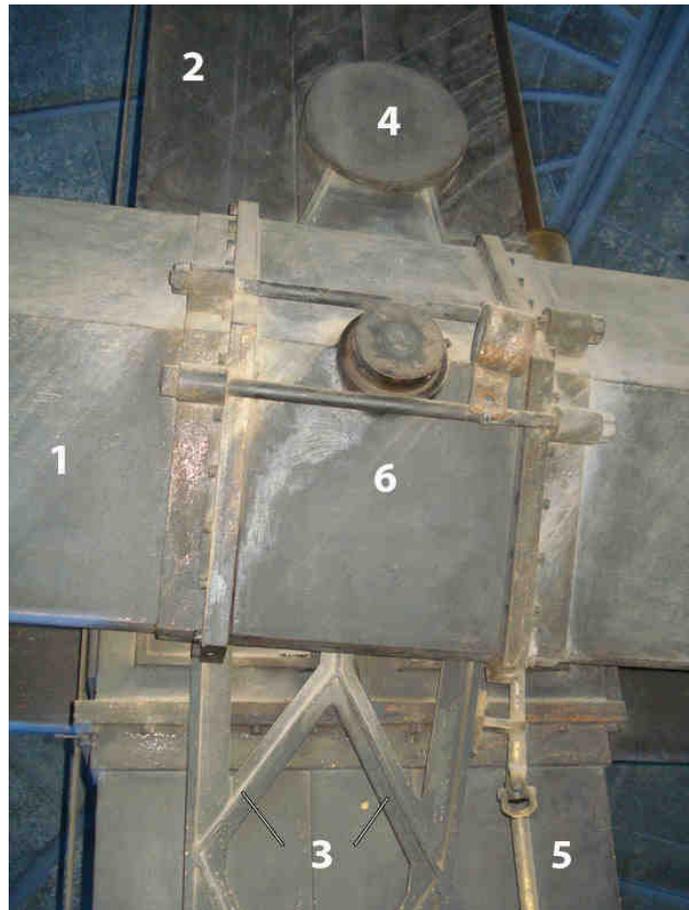




31. Mecanismo que permite el movimiento fino en declinación para realizar las correcciones durante las exposiciones. El “brazo” (1) (figura 23) está unido al marco, mientras que el tornillo (2) gira en muñones vinculados al tubo del telescopio (3). En (4) se encuentra una tuerca solidaria al “brazo” que permite, al girar el tornillo mediante las ruedas (5), que el tubo se mueva en declinación. En el recuadro detalle de la rueda con una escala para controlar el movimiento de corrección (6) (figura 32) (Fotos S. Paolantonio, 2011).



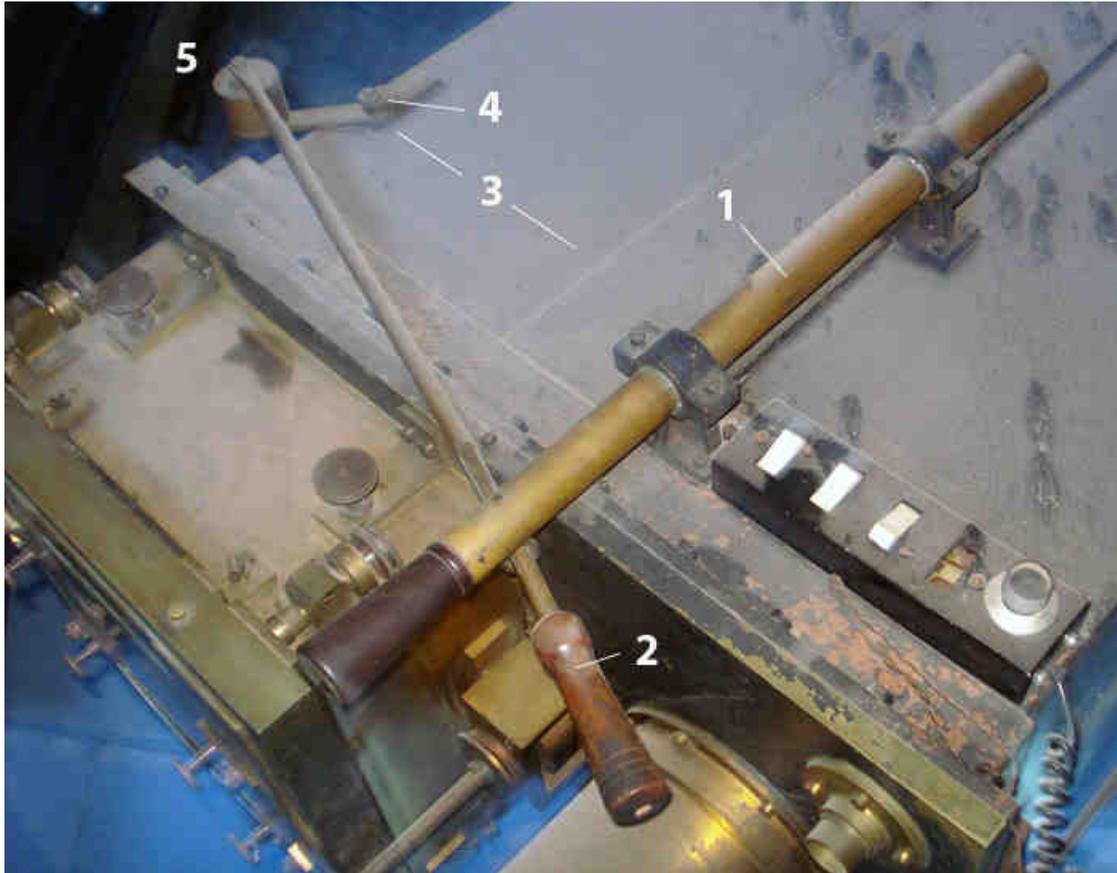
32. Detalle de la parte posterior del mecanismo mostrado en la figura 31. (1) Tuerca, (2) tornillo (identificado con 2 en la figura 31), (3) tornillo que permite eliminar el juego entre tornillo y tuerca (Foto S. Paolantonio, 2011).



33. Detalle del yugo y tubo en la zona del eje de declinación. (1) Larguero del yugo; (2) tubo; (3) “brazo” del movimiento fino en declinación; (4) contrapeso del “brazo”; (5) freno del movimiento en declinación; (6) conjunto con extremo del eje de declinación (Foto S. Paolantonio, 2011).



34. Eje de declinación, extremo opuesto al mostrado en la figura 33. En el detalle de la derecha puede apreciarse el sistema de conexión eléctrica entre yugo y tubo, por medio de anillos de cobre y escobillas (Foto S. Paolantonio, 2011).



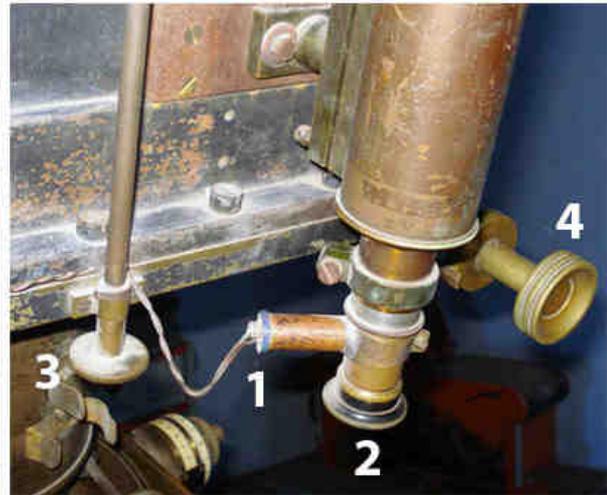
35. (1) Agarre que facilita al observador mover el tubo del astrográfico, probablemente un agregado realizado en el observatorio, (2) obturador de la cámara, consistente de una chapa ubicada en el interior del tubo, frente a la placa fotográfica (posición 3) que gira en (4). Existen dos contrapesos externos para compensar el peso de la chapa (5) (figura 36) (Foto S. Paolantonio, 2011).



36. Izquierda, arriba: obturador abierto; abajo: obturador cerrado. Derecha: detalle de los contrapesos del obturador (Foto S. Paolantonio, 2011).



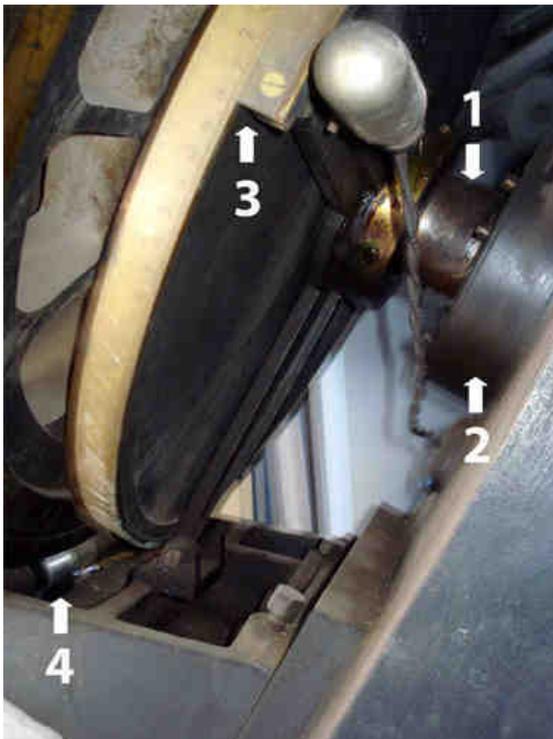
37. Detalle del “buscador” (objetivo de 50 mm de diámetro) y la iluminación (1) del retículo ubicado en el plano focal del ocular (2). La perilla (3) permite variar la iluminación del campo del micrómetro (figura 20) y la (4) corresponde al movimiento fino en declinación (figuras 31 y 32) (Fotos S. Paolantonio, 2011).



38. Pilar norte (Foto S. Paolantonio, 2011).



39. Pilar norte. Las flechas señalan manijas que facilitan el movimiento manual del telescopio en ascensión recta. La gran mayoría de los astrográficos no cuentan con estas manijas, fuera de Córdoba, aparentemente solo el de Toulouse las tiene. Las cajas de aluminio contienen el motor paso a paso, engranajes y electrónica que reemplazan al sistema original de relojería (figura 22) (Foto S. Paolantonio, 2011).



40. Pilar norte. Izquierda: (1) detalle extremo norte del eje polar (diámetro 75 mm), (2) soporte de rodamientos (modificación realizada en 1930), (3) disco de ángulo horario, nonius (apreciación de 2 segundos de tiempo) y luz, a la derecha detalle. (4) Corona y tornillo sin fin. (Fotos S. Paolantonio, 2011).



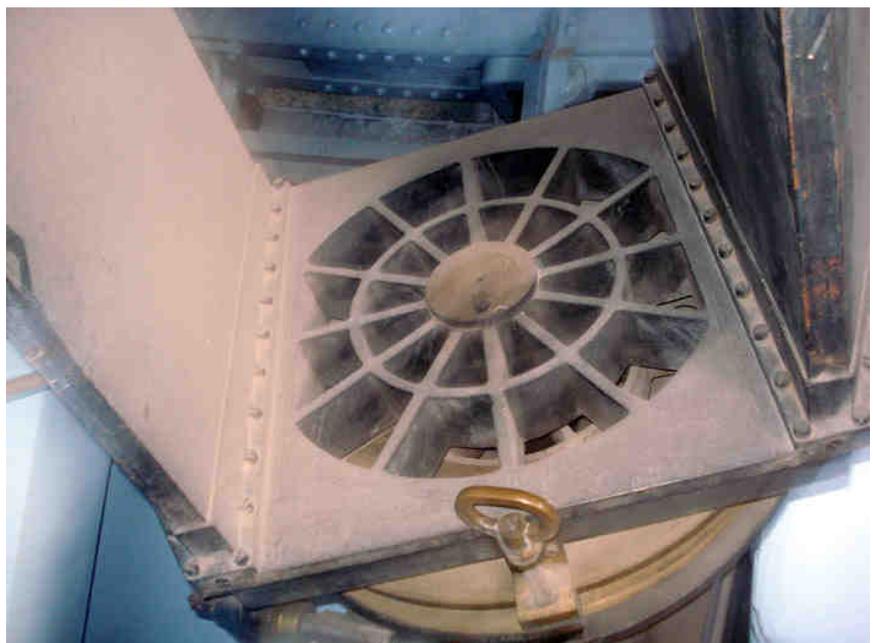


41. Pilar norte. Izquierda, freno de ascensión recta, tornillo sin fin y corona. Derecha, detalle del freno de ascensión recta (Fotos S. Paolantonio, 2011).



42. Pilar norte. Izquierda detalle del sistema de relojería actual. Derecha, corona y tornillo sin fin (Fotos S. Paolantonio, 2011).

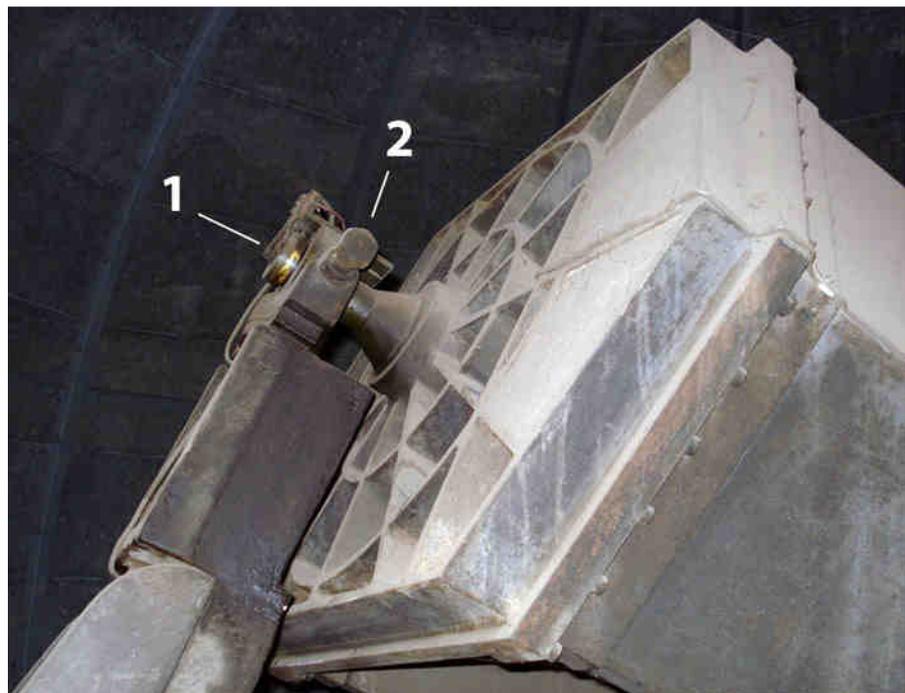
43. Pilar norte. Detalle del extremo del yugo. Pueden apreciarse los tornillos de cabeza cilíndrica con ranura, que unen los largueros al extremo aliviado de fundición de hierro, que contienen el pivote del eje polar (figura 40). Se identifica el freno de ascensión recta (figura 41) (Foto S. Paolantonio, 2011).





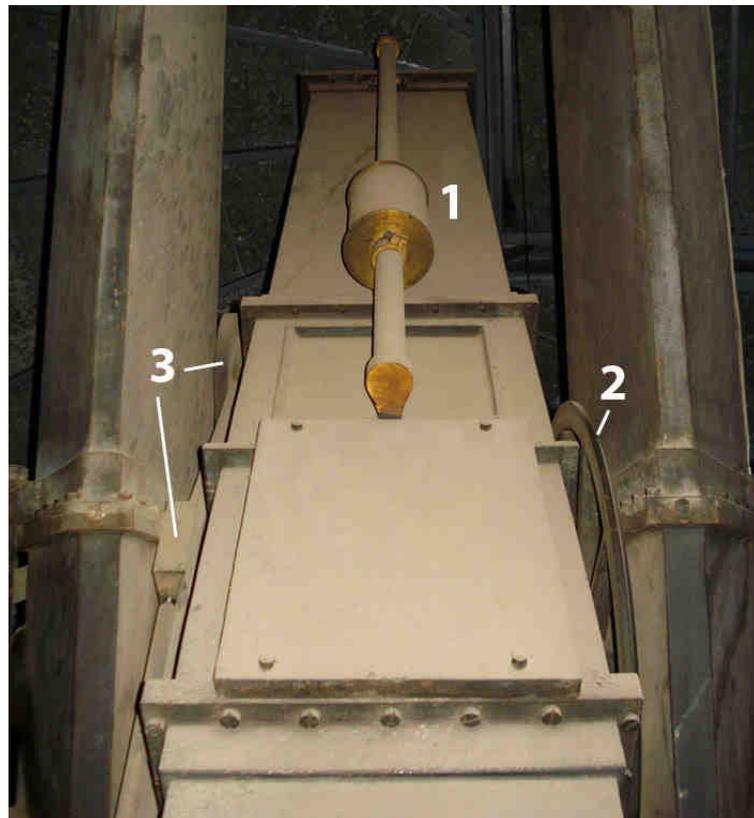
44. Extremo sur del yugo, también formado de fundición de hierro. El soporte del eje es metálico (identificado con 2 figura 46) (Foto S. Paolantonio, 2011).

45. Detalle del extremo sur del eje polar. En la punta del eje puede apreciarse el sistema de conexión eléctrica entre yugo y pilar por medio de anillos de cobre y escobillas (1). El tornillo (2), junto a otro ubicado del lado opuesto, permite la alineación del eje polar. Para la alineación del eje, al menos en una ocasión, se obtuvo una fotografía del polo aprovechando que el extremo del yugo tiene aberturas (Rodríguez, 2011) (Foto S. Paolantonio, 2011).





46. Pilar sur. (1) Yugo, (2) soporte metálico del extremo sur del eje polar; (3) pilar de hormigón (Foto S. Paolantonio, 2011).



47. Contra peso deslizable a lo largo del tubo (1) (en la imagen los objetivos se encuentran en la parte superior), (2) círculo de declinación, (3) brazo del movimiento fino en declinación (figuras 23 y 33). Nótese las uniones atornilladas en el tubo (Foto S. Paolantonio, 2011).

El refugio

El telescopio astrográfico fue montado en 1902 en la cúpula ubicada en el extremo del ala oeste de la primera sede del Observatorio Nacional. Esta cúpula, fabricada en 1870 en EE.UU., contaba con un diámetro de 6 metros, una forma cilíndrica-cónica y su estructura era de madera y chapas lisas de hierro. La ventana de observación se abría por medio de cables y poleas. Luego de tres décadas, la cúpula estaba deformada y requería de un considerable esfuerzo para hacerla girar manualmente (figuras 48, 49 y 50).

Entre 1913 y 1914, se construyen dos torres de observación sobre la fachada norte del edificio, con cúpulas de 6,3 metros de diámetro construidas por Wagner and Swasey Co de Cleveland, EE.UU. (figuras 51, 52 y 53).

Luego de terminada la torre ubicada al oeste, el astrográfico es trasladado a la misma a partir del 2 de febrero de 1914. El instrumento fue nuevamente habilitado el 6 de noviembre de 1914, realizándose la observación del tránsito de Mercurio. A partir del día siguiente se continuó con las exposiciones para la Carte du Ciel.

Las torres fueron levantadas en hormigón armado, con paredes de 35 cm de espesor, con una sección cuadrada de 7 metros de lado y una altura de 10 metros hasta la cúpula.

Al colocar el instrumento a mayor altura sobre el nivel del suelo, se buscaba alejarlo de las turbulencias del aire cercano al suelo. El Dr. Perrine señala que este proceder llevó a una mejora efectiva en la calidad de las imágenes (Perrine, 1914).

Los pilares, en lugar de cimentarse directamente al suelo, se soportaron a las paredes de hormigón. De esta manera, debajo de cada cúpula quedaban habitaciones libres de todo obstáculo, generando espacios para oficinas que se necesitaban con urgencia.

A nivel del piso de observación, en dirección norte-sur, se empotraron en las paredes perfiles de hierro "I", incluidos en una viga de hormigón de 110 cm de ancho y 30 cm de espesor, cruzada por tres vigas 45 cm x 30 cm en dirección este-oeste. El piso era independiente de este sistema de vigas (Perrine, 1914).

El singular diseño de las torres, fue idea del director, quien consultó a los fabricantes de las cúpulas, los que dieron su aprobación. El refugio del astrográfico fue mejorado en base a la experiencia obtenido de la construcción de la torre este (Perrine, 1914).

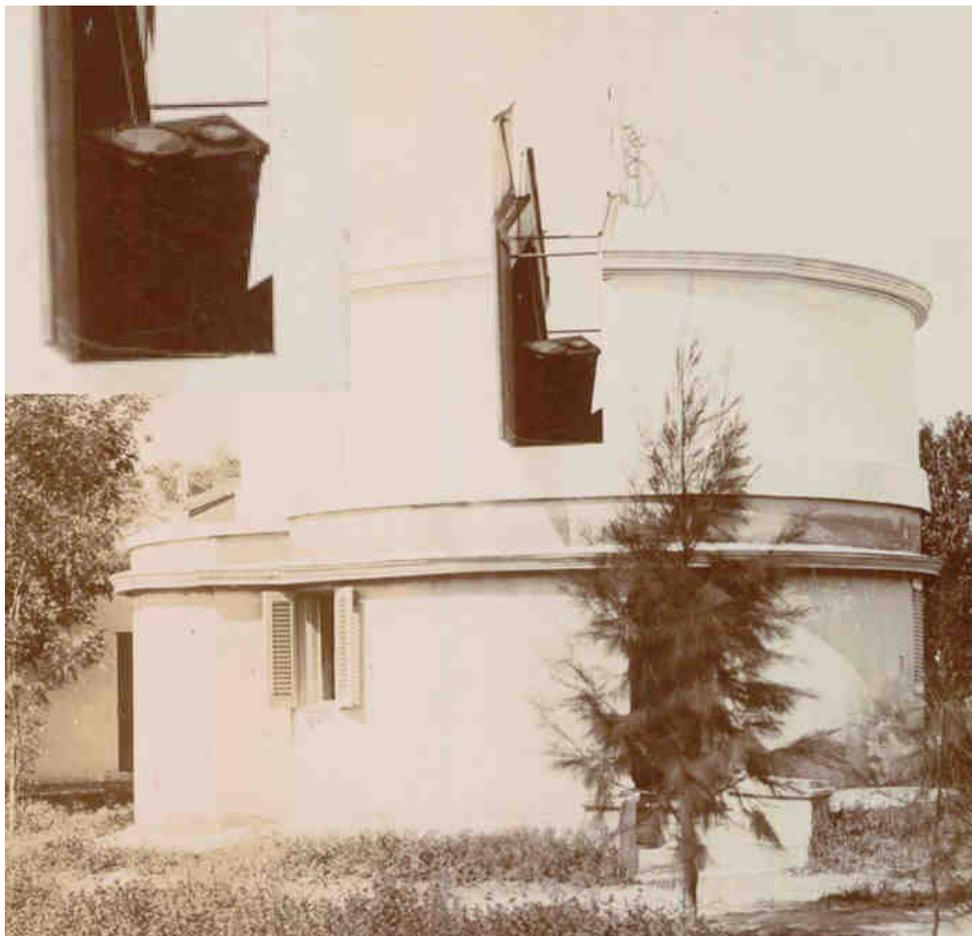
Mayores detalles sobre la construcción de las cúpulas y la nueva sede del Observatorio Nacional Argentino pueden consultarse en Paolantonio y Minniti, 2009 y Minniti y Paolantonio, 2009.



48. Vista desde el norte de la primera sede del Observatorio Nacional Argentino (circa 1873). La flecha señala la cúpula en que fue montado el telescopio astrográfico en 1902 (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).



49. Vista desde el oeste-suroeste de la primera sede del Observatorio Nacional Argentino en la década de 1890 (luego de una nevada). La cúpula en primer plano es en la que fue montado el telescopio astrográfico en 1902 (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).



50. El telescopio astrográfico del Observatorio Nacional Argentino visto a través de la ventana de la cúpula de 6 m de diámetro ubicada al oeste en el primer edificio de la institución - vista desde el oeste - (circa 1902) (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).



51. Esta fotografía tomada el 26 de octubre de 1913, muestra la torre noroeste con la cúpula en etapa de armado. Inmediatamente a la derecha se aprecia el refugio del astrográfico (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).



52. Inmediatamente después de terminada la torre noroeste se inició el montaje del astrográfico. La imagen (tomada el 2/2/1914) muestra el levantamiento con una rudimentaria grúa, de uno de los dos sectores de los que están compuestos los brazos del yugo. A la derecha la vieja cúpula donde estaba instalado anteriormente el telescopio (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).



53. Luego del traslado del astrográfico, el viejo refugio fue demolido para dejar lugar a oficinas. En esta fotografía del 11 de febrero de 1914, puede verse el pilar norte y por el obrero parado sobre la pared, las dimensiones generales (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).



54. Fotografía obtenida el 9 de septiembre de 1916, en la que se ven las nuevas torres terminadas. En primer plano, la torre oeste, en la que se montó el telescopio astrográfico, lugar en el que aún hoy se encuentra (*Archivo OAC, digitalizada S. Paolantonio*).

Bibliografía

- Anchorena, B. A. Nazar (1927). La Universidad Nacional de la Plata en el año 1926. Buenos Aires, p. 132.
- Bustos Fierro, I., Calderón, J. H., Melia, R., Willemoës, C. y Willemoës, J. (2004). Primer archivo digital de placas fotográficas del Observatorio de Córdoba – III. Boletín de la Asociación Astronómica Argentina. Vol. 47, pp. 89-92.
- Bustos Fierro, I. H. (2007). Posiciones de primera época y movimientos propios con placas Carte du Ciel de Córdoba. Tesis doctoral. FaMAF-UNC. Córdoba.
- Calderón, J. H. (2011). Comunicación personal.
- Carte Photographique du Ciel (1887). Congrès Astrophotographique International pour le levé de la Carte du ciel. París.
- Carte Photographique du Ciel (1889). Réunion du Comité International Permanent. París.
- Carte Photographique du Ciel (1896). Réunion du Comité International Permanent. París.
- Carte Photographique du Ciel (1900). Réunion du Comité International Permanent. París.
- Carte Photographique du Ciel (1909). Réunion du Comité International Permanent. París.
- Chinnici, I. (1999). La Carte du Ciel, Correspondance inédite conservée dans les archives de l'Observatoire de Paris, Observatorio de París, Observatorio Astronómico de Palermo G. S. Vaiana, Unión Astronómica Internacional. París.
- Dick, W. R. y Hamel J. (Ed) (2002). Astronomie von Olbers bis Schwarzschild Nationale Entwicklungen und internationale Beziehungen, im 19. Jahrhundert. Acta Historica Astronomiae Vol. 14. Berlin: Verlag Harri Deutsch.
- Di Sisto, R. P. (1999). Realización, análisis y aplicaciones del archivo de placas astrométricas del Observatorio Astronómico de La Plata. Práctica de la especialidad. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. La Plata.
- Duerbeck, H. W. (2003). National and international astronomical activities in Chile, 1849-2002. Interplay of periodic, cyclic and stochastic variability in selected areas of the H-R- diagram. ASP Conference Series, Vol. 292.
- El Telescopio Astrográfico. Documento recuperado en enero de 2011, de <http://museo.fcaglp.unlp.edu.ar/reco/astro/as01.htm>.
- Gershanik, S. (1979). El Observatorio Astronómico de La Plata, en Evolución de las ciencias en la República Argentina 1923-1972, Tomo VII, Sociedad Científica Argentina.
- Gould, B. A. (1886) Photographic determinations of stellar positions. The Observatory. N° 115, pp.321-326.
- Gould, B. A. (1896) Rutherford's Star-plates. Remarks by Dr. B. A. Gould. The Observatory. Vol. 15, pp. 52-55.
- Gratton, L. (1960). Report on the Cordoba Observatory Program. The Astronomical Journal. Vol.65. N° 4.
- Guerin Luis C. 1929, *El Observatorio Nacional de Córdoba, El Catálogo Astrográfico y Las Cartas del Cielo*, Conferencia, Anales Sociedad Científica Argentina.
- Hussey, W. J., Delavan, P. T. y Dawson, B. H. (1914). Descripción general del Observatorio, su posición geográfica, y observaciones de cometas y de estrellas dobles.

Publicaciones del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata; Tomo 1, La Plata.

- La Administración de Obrecht y Ristenpart. Documento recuperado en enero de 2011, de <http://www.oan.cl/historia/>.
- Legrand, E. (1909). Breve apuntes sobre los trabajos de Juan M. Thome, director que fue del Observatorio Nacional Argentino. Barreiro y Ramos: Montevideo.
- Miczaika, G. R. y Sinton, W. M. (1967). Las herramientas del astrónomo. Buenos Aires: EUDEBA.
- Minniti, E. R. y Paolantonio, S. (2005) [El itinerante Observatorio Astronómico Nacional de Chile](#). En Observaciones en la latitud sur de la América remota. Revista Saber y Tiempo, 19, pp. 113-125. Buenos Aires.
- Minniti, E. y Paolantonio, S. (2009). [Córdoba Estelar, Historia del Observatorio Nacional Argentino](#). Observatorio Astronómico de la UNC. Córdoba: Editorial de la UNC.
- Minniti Morgan, E. R. (2010) Observatorio Astronómico Nacional de Chile, Tercera dirección. Huber Albert Obrecht. En <http://historiadelaastronomia.wordpress.com/2010/02/21/observatorio-astronomico-nacional-de-chile-3/>
- Mouchez, M. (1885). Carte photographique du ciel à l'aide des nouveaux objectifs de MM. P. et Pr. Henry. Comptes Redus del Séances de L'Académie des Sciences, Tomo 100. París.
- Museo de Astronomía y Geofísica (MAG), Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de la Plata. Documentos recuperados en enero de 2011, de <http://museo.fcaglp.unlp.edu.ar/inve/index.htm>.
- Paolantonio, S. (2009) Carl Schultz Sellack. Documento recuperado enero 2011 de <http://historiadelaastronomia.wordpress.com/astro-nomos-argentinos/carl-schultz-sellack/>.
- Paolantonio, S. y Minniti, R. E. (2000). [Los Primeros cometas descubiertos en Argentina](#). Revista Universo 45, Diciembre 2000, pp. 5-8.
- Paolantonio, S. y Minniti, E. (2001). [Uranometría Argentina 2001, Historia del Observatorio Nacional Argentino](#). SECyT – OAC UNC. Córdoba.
- Paolantonio, S. y Minniti, E. (2006). [Fotografías Cordobesas, Obra pionera de la fotografía astronómica en Latinoamérica y el mundo](#). Documento recuperado enero 2011 de <http://historiadelaastronomia.files.wordpress.com/2008/12/fotografiascordobesas.pdf> (Posteriormente publicado en [Revista Universo N°55, 2008](#)).
- Paolantonio, S. y Minniti, E. (2009). [Historia del Observatorio Astronómico de Córdoba](#). Historia de la Astronomía Argentina, Asociación Argentina de Astronomía Book series, N°2, pp. 51-167. La Plata.
- Videira, A. A. P. (2011). Comunicación personal.
- Videira, A. A. P. (2007). História do Observatório Nacional: a persistente construção de uma identidade científica. Río de Janeiro: Observatorio Nacional.
- Perrine, C. D. (1914). Two new domes for the Córdoba Onservatory in which the telescopes are supported by the walls. Astronomical Society of the Pacific, 26, pp.179-181.
- Perrine, C. D. (1925). Catálogo Astrográfico Zona -24°, Coordinadas rectangulares y diámetros de 61.883 estrellas de fotografías hechas en el Observatorio Nacional Argentino, Córdoba, 1900.0, Resultados Observatorio Nacional Argentino, Volumen 26, Imprenta y casa editora Coni, Bs. As.

- Porro de Somenzi, F. (1907). Plan de trabajos y Proyecto de Presupuesto para el año 1908. Datos para la Memoria Administrativa 1906-1907. La Plata.
- Raffinetti, V. (1904). Descripción de los instrumentos astronómicos del Observatorio de La Plata. Seguida de una nota sobre los adelantos más recientes de la astronomía. La Plata.
- Rodríguez, J. J. (2011). Comunicación personal.
- Talius, J. (1897). Fotografía Celeste. En Anuario del Observatorio Astronómico. A. Obrecht, director, pp. 215-244. Santiago de Chile.

Este documento, texto e imágenes, está protegido por la propiedad intelectual del autor. Puede hacerse libre uso del mismo siempre que se cite adecuadamente la fuente: **Paolantonio, S. (2011). El telescopio astrográfico del Observatorio de Córdoba. III. Disponible en <http://historiadelaastronomia.wordpress.com/astrografico3/>. Recuperado el...** (indicar la fecha).

No se autoriza el uso de la presente obra para fines comerciales y/o publicitarios. Ante cualquier duda dirigirse a: paolantoniosantiago@gmail.com.

Notas

¹ El condicionamiento fue consecuencia de las históricas disputas entre Argentina y Chile por la delimitación de su amplísima frontera, la que comenzó a zanjarse con el tratado de 1881. Sin embargo, ni éste, ni los convenios suplementarios de 1888 y 1895, o el protocolo aclaratorio de 1893, lograron terminar con las tensiones argentino-chilenas. Las dificultades principalmente se centraron en la interpretación de un punto del tratado que establecía el criterio divisorio: "*las cumbres más elevadas de dichas Cordilleras que dividan las aguas*". Adicionalmente, en la década de 1890, surgió la disputa por el control de la Puna de Atacama, que incrementó notablemente las tensiones. Se celebró entonces una conferencia internacional en marzo de 1899, siendo mediador el ministro Estadounidense William Buchanan. Finalmente se recurrió a un fallo arbitral de la Corona Británica en 1902, que cerró este capítulo de la disputa, que se prolongaría con mayor o menor virulencia hasta fines del siglo XX. Como puede apreciarse, el Congreso de París tuvo lugar en pleno proceso arbitral.

² Segunda presidencia de Julio Argentino Roca.

³ Pellegrini se había encargado también de gestionar ante el Congreso el pago de deudas a Gould luego de su retorno a Norteamérica.

⁴ Se requerían 180 placas par las fajas de declinación -25° y -27° y 160 placas par las fajas -29° y -31° . Para el Catálogo Astrográfico Roberto Winter realizó 1099, mientras que Federico Symonds 316. Para la Carte du Ciel, Winter obtuvo 815 placas entre el 31/12/1913 y 1926; y Symonds 175 placas entre el 9/12/14 y el 23/05/1923. En la primera etapa también participó Roberto Van Dyte, que realizó alrededor de un centenar de placas hasta su renuncia. (Paolantonio y Minniti, 2009; Minniti y Paolantonio, 2009)

⁵ El Comité para la Carta del Cielo derivó en la Unión Internacional de Astronomía, organismo actualmente rector de la actividad astronómica. En 1925 se constituyó la Comisión 23, dedicada a la Carte du Ciel, hasta que en 1970 se fusionó con la comisión de Paralaje Estelar, constituyendo la Comisión 24 denominada Astrometría Fotográfica. En 1964, esta organización anunció el logro del Catálogo Astrográfico. En 1970 la 14^a Asamblea General desarrollada en Brighton, Reino Unido, reconoció que la empresa de la Carte du Ciel seguía sin estar terminada (Paolantonio y Minniti, 2009).

⁶ A fines de la década de 1980 se planificó la re-observación de zonas seleccionadas que incluían cúmulos abiertos. La escasez de placas fotográficas frustró este proyecto.

⁷ Como caso particular, puede mencionarse al del Observatorio de Catane cuya montura es del tipo inglesa modificada.

⁸ En este tipo de objetivos la aberración cromática no se anula para todas las longitudes de onda sino solo para una gama estrecha.

⁹ Sobre las aberraciones de los astrográficos puede consultarse: *Bustos Fierro, 2007* y *A. Ortiz-Gil et al.: A new approach to the reduction of Carte du Ciel" plates, Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 128, 621-630 (1998).*

¹⁰ Si bien no se tienen referencias sobre el peso total del astrográfico de Córdoba, sí la hay del de San Fernando, el que pesaría 2.000 kilogramos (Gonzalez Gonzalez, F. J. (1989). *La Carta Fotográfica del Cielo en España. LLULL. Vol. 12, p. 329.*

¹¹ El sistema de relojería del astrográfico de La Plata, también adolecía de irregularidades, que fueron corregidas por medio de un sistema ideado por el director del establecimiento el Dr. Hartmann (fig. 16).

¹² La cúpula del refugio del astrográfico de Santiago de Chile montado en la Quinta Normal, tenía un diámetro interno de 7,6 metros (Talius, 1897; 234).