

EL NACIMIENTO DE LA ASTROFÍSICA EN CHILE

HISTORIA DEL OBSERVATORIO FOSTER

Edgardo Ronald Minniti Morgan
Premio Herbert C. Pollock 2005
historiadelaastronomia.wordpress.com



Independientemente del Observatorio Astronómico Nacional de Chile, creado en 1852 sobre la base de instalaciones e instrumental emplazado por la expedición norteamericana del Tte. Gillis en 1849, desde 1903 y hasta 1928, en el Cerro San Cristóbal (Santiago), una expedición también norteamericana del Observatorio Lick, encabezada por William Wrigth (Expedición Mills) se dedicó al registro fotográfico de espectros de estrellas brillantes australes, con miras a establecer y catalogar sus velocidades radiales. Ello permitiría ayudar a conocer la dinámica estelar y del sistema solar en la Galaxia.

Este emplazamiento, por la naturaleza de su actividad, la prolongación en el tiempo de su permanencia en el país y su influencia en el desarrollo de la astronomía mundial, tuvo una notable incidencia en el ámbito científico local e internacional, que se vio de pronto enriquecido con la presencia de experimentados astrónomos que practicaran hasta entonces una disciplina “de punta”, la espectroscopia estelar desde el Observatorio de Monte Hamilton, en California, con acceso solo hasta los -30° de declinación austral, donde comenzaron las determinaciones en 1896 mediante la

utilización del espectrógrafo Mills adosado a un telescopio de 90 cm. Y la información nutrida y valiosa recogida del cielo austral.



Observatorio Lick en la época – PASP

Se denominó D.O. Mills al instrumento, por haber sido construido con fondos donados a ese efecto por el banquero californiano de ese nombre, que también aportó económicamente para la campaña astronómica en Chile. Para esto último y destinados a la expedición austral, en Diciembre de 1900 cedió al Lick u\$s 24.000.-, a la que agregó posteriormente u\$s 1.000.- para reconstrucción del espectrógrafo original a utilizar en Chile; importes ponderables para la época. Producido su deceso, los descendientes continuaron con tal contribución, facilitando su mejoramiento y nuevo instrumental a la expedición.



El telescopio original con espectrógrafo en Mt. Hamilton – EU – PASP

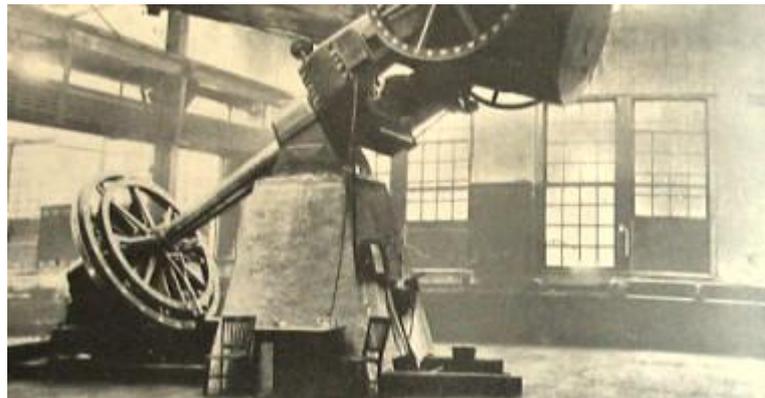
Era entonces imperativo realizar ese catastro de forma homogénea, desde el polo norte al polo sur celeste, para ajustar los parámetros establecidos con la intensiva observación realizada en el hemisferio norte, solo hasta los -30° de declinación.

El programa correspondiente fue propuesto alrededor de 1901, barajándose la posibilidad de concretarlo en Chile y en segundo término al Oeste de las Montañas Azules, en Australia. Se optó por la primera en razón de las facilidades brindadas por las autoridades gubernamentales y los enlaces marítimos más seguros, frecuentes y regulares entonces.



Australia desde el espacio

Una participación activa en las gestiones para ello tuvo el Cónsul Chileno en San Francisco. Las “valijas diplomáticas” estuvieron activas en ambas direcciones por bastante tiempo. Tales emprendimientos hacían – y hacen a ese nivel – a una política de estado.



Vista parcial de los talleres de Warner & Swasey Co (Archivo OAC)

La montura del instrumento estuvo a cargo de la firma Harron, Rickerd y McCone de San Francisco, fabricándose en los talleres de Fulton Engine Works de Los Ángeles.

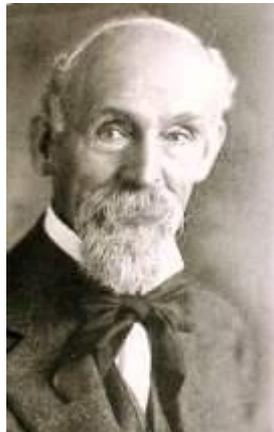
La óptica fue responsabilidad de John A. Brashear Co. de Allegheny, Filadelfia.

La cubierta del instrumental y el “moderno” domo de acero, fueron construidos por Warner & Swasey Co, con asiento en Cleveland, Ohio. Estas empresas eran conocidas en el ámbito astronómico por ser generadoras de instrumental y accesorios diversos utilizados en distintos observatorios del continente.



W.R. Warner y Ambrose Swasey

Wells Fargo Spres Co. y la Southern Pacific Co, se responsabilizaron por el traslado al puerto de Valparaíso de todo lo necesario para la estación.



John A. Brashear

El grupo de astrónomos con el instrumental correspondiente, se embarcó en el puerto de San Francisco el 28 de Febrero de 1903. La misión estaba interinamente a cargo del astrónomo William H. Wright, graduado en California en 1893, con seis años de experiencia en el espectrógrafo D. O. Mills. Lo asistía H. K. Palmer, con una antigüedad de cuatro años en el observatorio Lick. Los objetivos primarios bien definidos eran: 1) Determinar a su tiempo la rotación de la Tierra en torno de su eje. 2) Del mismo modo su revolución anual en torno del Sol. 3) El movimiento del sistema solar en el espacio. Hecho detectado imprecisamente cien años antes por William Herschel y confirmado con imprecisiones por otros astrónomos que dudaban entre

Hércules y la Lyra, la ubicación del Apex. Sus resultados excedieron con creces la propuesta originaria.



Observatorio recién inaugurado – PASP

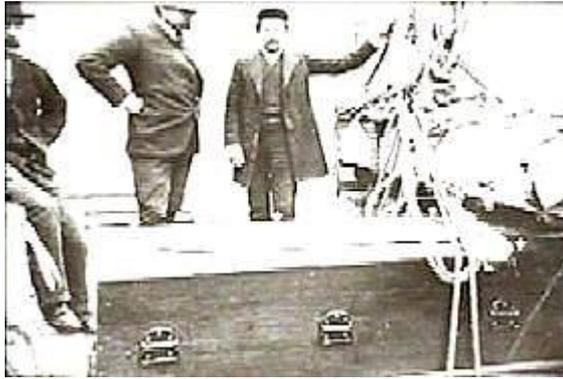
Así, tempranamente, Wrighth pudo informar a la prensa especializada que en base a sus investigaciones, el Dr. Palmer había descubierto 15 dobles espectroscópicas. A las que se agregaron desde Santiago otras veinte más.

Se continuaron las determinaciones de velocidad radial bajo las distintas direcciones, en particular de estrellas azules que, por sus propiedades actínicas y rango de sensibilidad de las placas fotográficas utilizadas en la época (ortocromáticas), eran factibles de registrar.



Puerto de Valparaíso – Imagen de época - PUC

Cuando el arribo a Valparaíso de la Expedición Mills, el puerto de veía paralizado por una huelga general. Tuvieron que trasbordar “a mano” el instrumental traído, a embarcaciones menores para su traslado a tierra. En la operación, por el oleaje, casi se pierde el telescopio principal, conforme lo registra la prensa gráfica portuaria de la época.



“Desembarco” - PUC

Al arribar a Santiago conforme lo destaca un historiador local en la web *“fueron cordialmente recibidos por el profesor H. A. Obrecht – Director del Observatorio Astronómico Nacional”*.



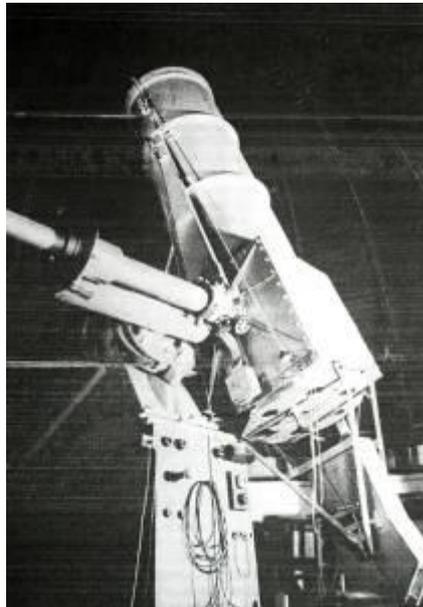
Huber Alberto Obrecht - (Imag.fliar-Web)

“Tanto en forma personal como por carta oficial, ofreció la más completa colaboración del Observatorio Nacional para la empresa. En particular el Primer Asistente, Ernesto Greve, y el meteorólogo Jefe, M. Krahnass prestaron gran ayuda en seleccionar un lugar”.



Observatorio Astronómico Nacional en la Quinta Normal

“Incluso ofrecieron una cúpula que no se utilizaba en el observatorio de la Quinta Normal, sede del OAN; pero los expedicionarios habían traído consigo su propia cúpula y sabiamente prefirieron una ubicación más alejada de la ciudad y a una mayor altura”.



Telescopio de 1 m del Observatorio Foster con espectrógrafo adosado - PUC

“El sitio seleccionado estaba en la colina del Cerro San Cristóbal, 2,3 km al noreste de la Plaza de Armas y 280 metro más alto”.



C° San Cristóbal – 2009 – Obsérvese la contaminación.

“Un sector del cerro era de propiedad del Convento de los Dominicos, y parte de él había sido arrendado para ser utilizado como cantera. La ayuda de Obrecht fue muy valiosa en las complicadas negociaciones para lograr un contrato de arrendamiento que protegiera al nuevo observatorio de detonaciones en las cercanías considerando que se planeó inicialmente que la estación Mills se mantendría por sólo tres años, hubo algunas conversaciones para venderla, eventualmente, a Chile”.



Puerto de Valparaíso – Imagen de época

“El 20 de septiembre de 1903, Wright comunicó al Director de observatorio de Lick, W. W. Campbell: “Le escribí a usted en una de mis cartas que el gobierno quiere comprarnos todo. Bueno, ahora la proposición es un poquito más definida y correcta. Sin embargo, nada resultó de esas conversaciones, después que se encontró financiamiento para continuar la expedición”



Chile desde el espacio

Es evidente el accionar gubernamental para repetir la experiencia de la Expedición Gilliss, esta vez sin resultados.

La obtención de las velocidades radiales de las estrellas australes, constituían uno de los programas elaborados por W.W. Pickering, director del Lick Observatory, para ajustar – como se expresó - el movimiento del sistema solar en el espacio y precisar la estructura del “universo sidereal”. Con ese fin se asignó finalmente a la denominada “Expedición Mills” una partida de u\$s 26.075.- para atención de gastos en instrumental, viajes, sueldos, accesorios, etc. Como referencia, podemos citar que en California un telescopio reflector de 36 pulgadas, costaba entonces alrededor de u\$s 5.500.-



W.W. Pickering

El primer período de actividad comprendió los años 1903 a 1906, incluyendo su construcción. Williams H. Wrihth del Observatorio Lick-como se manifestara - estuvo a cargo inicialmente de la Expedición.



Puerta de acceso al albergue del telescopio.

El 11 de Setiembre de 1903 fueron tomados los primeros espectrogramas estelares por Wrihth y H. K. Palmer. Para el 1 de Junio de 1904 se llegó a los 380 espectrogramas; ello da el índice del esfuerzo realizado, si se tienen en cuenta la baja luminosidad del instrumental y la relativamente poca sensibilidad del material sensible (fotográfico) utilizado. Se detectaron ocho binarias espectroscópicas en las estrellas brillantes catastradas. Determinaron asimismo la paralaje de α Centauri.



W.H. Wright

En el Boletín n° 60 del Observatorio Lick, Wright informa del carácter binario de las estrellas β Dor; W Vel; κ Pav; λ Car y τ Sag, determinado en base a los trabajos en Santiago. También se efectuaron mediciones de la velocidad radial de las componentes del sistema α Centari. HD Curtis da cuenta de todo ello en un informe que distribuyera mediante la prensa especializada.

Siempre existió una interrelación dinámica entre el Mills y el Observatorio Astronómico Nacional. Así, por ejemplo, en la primavera de 1909 se efectuó en el primero un “Meeting” entre astrónomos de ambos institutos (H.D. Curtiss; J.H. Moore, G.W. Paddock y Federico Ristenpart y, W. Zurbelen, respectivamente, entre otros, fueron asistentes al mismo).

En el segundo período, comprendido entre 1906 y 1911, asume la dirección Herbert D. Curtiss. El espectrógrafo original de triple prisma es complementado con uno de doble prisma y un tercero de prisma simple.



HD Curtiss

El doble fue diseñado por el Dr. Curtiss y construido en el Observatorio Lick. Además, en ese lapso se solucionaron los problemas generados con las flexiones que ocasionalmente acusaba el plano focal del espectrógrafo, por razones mecánicas. Era asistente en el mismo el Dr. H.K. Palmer que retornó a EE.UU. en Noviembre de 1906 después de permanecer dos años y seis meses en Santiago, realizar una visita de reconocimiento al “Norte Grande” chileno y visitar la estación Arequipa de Harvard en Perú. Continuó trabajando en Mt. Hamilton con el análisis de los espectros obtenidos en la estación. Pasó a integrar el “staff” del Observatorio Solar del Lick, realizando investigaciones bolométricas con el telescopio SNOW del mismo y estudios de las constantes solares.

Curtiss viajó a Chile con su familia, embarcándose el 30 de Diciembre de 2005 en San Francisco, vía Panamá.

En esa época se planteó el replataado del objetivo y la construcción de los dos nuevos espectrógrafos ya mencionados, de uno y dos prismas, respectivamente, para mejorar la luminosidad y disminuir los tiempos de exposición.



Equipo de refrigeración instalado PASP

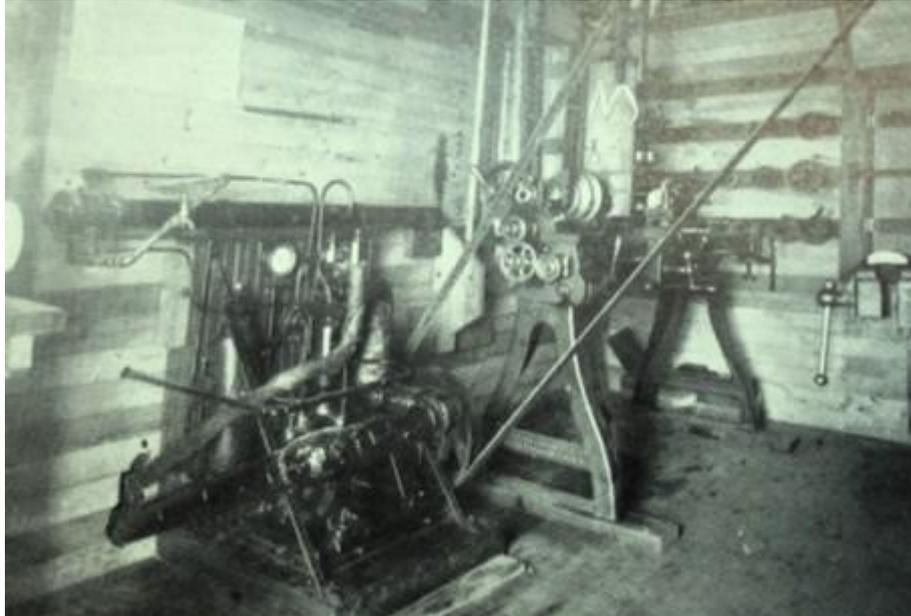
Se construyó también una dependencia para los astrónomos residentes, albergue de equipos de refrigeración y herramientas menores; como así se estableció enlace telefónico con la vecina ciudad de Santiago. Se procuró bajar la temperatura del recinto, para evitar las fluctuaciones en las imágenes producidas en las primeras horas de la noche.



El Observatorio con los dos nuevos recintos - PASP

En Junio de 1909, Joseph H. Moore, sucede a Curtiss, que retorna al Lick Observatory para reemplazar a Charles Dillon Perrine, que pasó a ocupar la dirección del Observatorio Nacional Argentino, con sede en Córdoba.

En 1910 fallece D. O. Mills el millonario banquero norteamericano que, con su mecenazgo, hizo económicamente posible el emprendimiento. Sus sucesores proveen fondos para permitir la continuidad de los trabajos en el período 1911- 1913.



Detalle de la unidad refrigeradora adyacente a la cúpula - PASP

En el segundo período, mediante la incorporación del nuevo instrumental mencionado (espectrógrafos), se logra obtener registros estelares de hasta la 5ta. magnitud ¡Todo un logro para la época!.



Espectrógrafo del Foster en su soporte protector (Actual) PUC

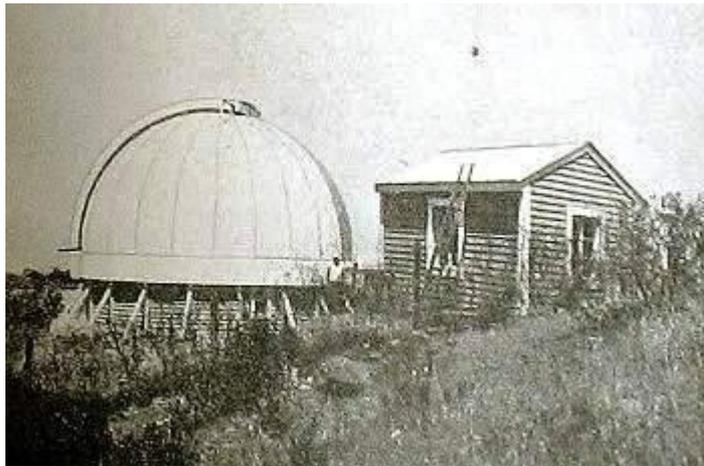
Mrs. Phoebe Hearst, Regente de la Universidad de California, gracias a su generosidad personal, facilita la difusión de los trabajos por parte de Berkeley University Press.

Durante 1910, Curtiss, destaca que en las Sullivan Lectures de la Universidad de Yale, W. W. Pickering expone los resultados obtenidos del material acumulado en Chile hasta ese momento; alrededor de 2000 registros espectrográficos, de 1047 objetos.



Detalle portaplacas del espectrógrafo

La información lograda por la labor desarrollada fue excelente; al punto que en lugar de estar tres años como estaba previsto originariamente, la estadía en Chile se prorrogó. La misión cesó en sus actividades recién veinticinco años después, en 1928.



Primitivas instalaciones del Observatorio Foster en el C° San Cristóbal (PUC)

En 1912 estaba a cargo del “staff” el astrónomo Joseph H. Moore asistido por su señora Fredrico Chase, astrónoma asistente del Lick desde 1905, con quien había contraído matrimonio el 12 de Junio de 1907; Roscoe F. Sandford y George F. Paddock.



Joseph H. Moore (Centro)
Después de abandonar Chile y regresar a Mount Hamilton, California.



Mt Hamilton – Pop. Astr.

Moore continuó trabajando en el programa de determinación de velocidades radiales con la asistencia de Menzel, Jacobsen y Maxwell hasta después de 1927, elaborando el catálogo general de velocidades radiales en base a los trabajos de dos observatorios, el de Santiago y el Monte Hamilton en California.



Roscoe F. Sanford



Detalle de la montura del telescopio



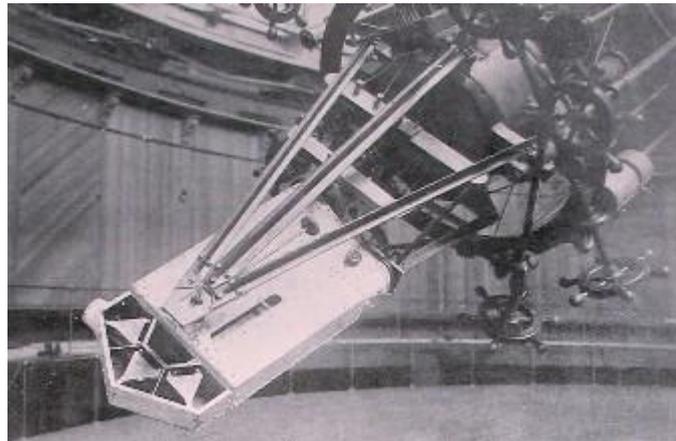
D. Menzel

En 1913 el Dr. Ralph E. Wilson, del Lick Observatory, reemplazó al Dr. Moore en la dirección del establecimiento. Viajó acompañado de su señora, Mary Adelaide Mc Donald. El Dr. Moore se reintegró a su cargo de Astrónomo Asistente en el observatorio de Monte Hamilton.



Dr. R.E. Wilson

En Mayo 20 de 1913, el Dr. R.E. Wilson contrae enlace con la Bibliotecaria del Lick Observatory, miss Mary Adelaide Mac Donald; partiendo el 30 de Junio desde San Francisco hacia Chile, vía Panamá, en el Pacific Mail SS “Pensilvania”.



Espectrógrafo de tres prismas adosado al telescopio - Pop. Astr.

En 1913 se incorpora como Asistente A. A. Scott, quien permanece como tal hasta 1917, en que retorna a E.U.



A. A. Scott

Moore y Sandford realizan investigaciones de espectros de η Carinae que publican entre 1912 y 1913.



Detalle conducto refrigeración casamata-cúpula

En ese período se obtienen espectrogramas mediante un prisma solo, de objetos nebulares, como la NP – NGC 5873, midiendo Miss Hobe, Mrs. Moore y Mr. Moore sus velocidades radiales.

En la época se incorporó al personal del Mills como asistente, Arthur A. Scott, que se desempeñaba como Instructor de Matemáticas en el Instituto Inglés de Santiago.

En 1914 se reintegró al observatorio el astrónomo Roscoe F. Sandford, después de haberse trasladado tres años a San Luis, Argentina, para colaborar con el astrónomo Tucker en su campaña. Permaneció en Chile hasta Junio de 1915, en que regresó a Estados Unidos a su cargo de Astrónomo Asistente de la Carnegie Institution en el Observatorio Lick. Se jubiló en Pasadena el 30 de Octubre de 1949. Trabajó en los telescopios de 1,5 m y 2,5 m de Mte. Wilson, especializándose en estrellas rojas frías “de carbono”. Durante la guerra dirigía el control de las cámaras fotográficas utilizadas por los bombarderos B-29.



R.F. Sandford

En las Procedimientos de la Academia Nacional de Ciencias, Vol. 1, 2 y 3, Ralph E. Wilson publica en 1915 su investigación sobre velocidad radial de las Nubes de Magallanes, efectuada en base a espectrogramas obtenidos en Santiago de Chile durante su permanencia en la Expedición Mills. Utiliza para ello las líneas brillantes del Hidrógeno H β , 5007 Å y 4959 Å “del Nebulio”. (Hoy se sabe que correspondían a dos líneas prohibidas – porque no se podían reproducir en el laboratorio - del Helio y no al exótico elemento Nebulio).



Ventana ("raja") del observatorio Foster

Esas velocidades fueron ajustadas en 1917 en base a 17 placas tomadas de veinte nebulosas gaseosas de las Nubes de Magallanes, en particular de la Nube Mayor. 275 km/s.

En 1918 el Dr. Ralph E. Wilson, después de cinco años de labor en Santiago de Chile, retornó a Estados Unidos para ocupar un cargo en la División Construcciones de Aeronautical Instruments, en Dayton, Ohio. Quedó al mando del observatorio el Dr. George F. Paddock.

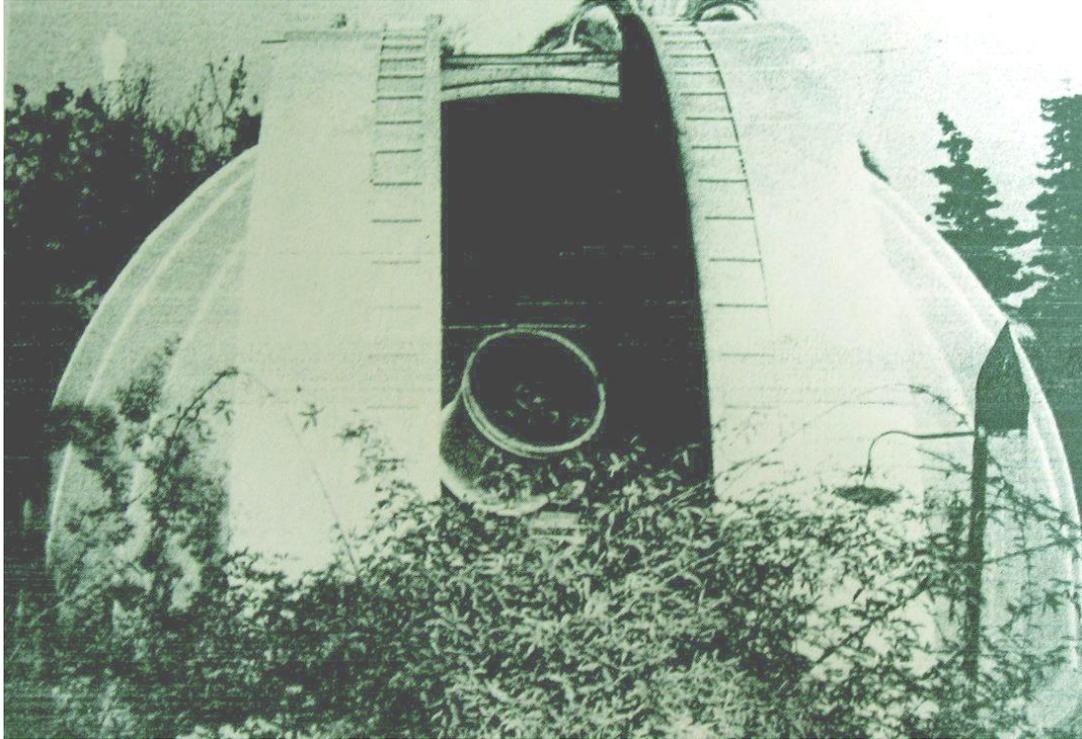


George F. Paddock.

Ese mismo año el Dr. Sebastián Albrecht, en función de sugerencias de Curtis y Campbell, realiza importantes trabajos de investigación sobre variables del grupo a que pertenece l Car, utilizando observaciones de la Expedición Mills. Sus trabajos tuvieron amplia difusión y sirvieron para afianzar el apoyo brindado a la Expedición austral.



Lectora de placas



Observatorio Foster



Dr. Sebastián Albrecht

En el transcurso del año 1922, después de haberse desempeñado cinco años en el Observatorio de la Expedición Mills, el astrónomo C.M. Huffer, retornó a Estados Unidos para reincorporarse al Observatorio Washburn de Madison, Wisconsin, de donde provino.



C.M. Huffer (Centro)

En 1927 el Dr. F. J. Neubauer, a cargo de la Estación, obtiene 275 espectrogramas de estrella Clase B con magnitudes inferiores a la 5,5; 50 con el espectrógrafo de doble prisma y las restantes con el de prisma simple; cuyas medidas y reducción efectuó Miss Applegate.



Dr. Manuel Foster Recabarren – Congreso Nacional de Chile

El observatorio (hoy Observatorio Foster) fue posteriormente adquirido por Dr. Manuel Foster Recabarren y donado a la Universidad Católica de Chile, que lo utilizó más tarde para la enseñanza y divulgación de la Astronomía.

M. F. Recabarren nació en Santiago, el 5 de mayo de 1864 y fueron sus padres, el prestigioso industrial, de nacionalidad norteamericana, Julio Mulford Foster y Luisa Recabarren Rencoret, hermana de don Manuel Recabarren. Se casó con Judith García Huidobro. Se educó en el Seminario de Santiago y cursó Leyes y Ciencias Políticas en la Universidad de Chile, hasta 1890, año en que recibió su diploma de abogado. Dejó de existir en Santiago, el 11 de junio de 1946 después de una exitosa y trascendente labor pública y privada.

La operación se llevó a cabo en Abril de 1929, concretándose la transferencia el día 14 de Abril, con la autorización de la Regencia de la Universidad de California. Llevó adelante las tratativas, el Dr. Neubauer, quien comprometió su asistencia a dos o tres astrónomos de la Universidad Católica, para que adquiriesen experiencia en la labor espectroscópica, con el fin de facilitar la continuidad del trabajo en la estación.



Dr. F. J. Neubauer - PASP

El Dr. F. J. Neubauer fue designado Miembro Honorario de la Facultad de Física y Matemáticas y Profesor Extraordinario de la Universidad Católica de Chile. Con la asistencia de la Universidad de California, por su intermedio, se formularon planes para

proseguir con la labor. En Julio de 1929, todavía Neubauer continuaba con esa labor en Santiago. Se puede precisar ello por una carta que con fecha 3 de Julio dirigiera a W.W. Campbell, Director del Observatorio Lick, interiorizándolo de su gestión.

Debemos destacar que para entonces, se habían logrado en el observatorio 10.700 espectros de objetos australes, en su gran mayoría estelares.



Atardecer del C° San Cristóbal

Un incendio desatado en el Cerro San Cristóbal a comienzos de la década del 30, amenazó con arrasar totalmente las instalaciones. Llegó a destruir el albergue para los astrónomos y la casamata con la planta refrigeradora y taller, deteriorando ligeramente la cúpula, gracias al esfuerzo realizado por los bomberos que con gran trabajo consiguieron su control y salvaron el albergue del instrumental. Ese hecho fortuito, afectó seriamente la continuidad de los trabajos espectrométricos.

En Estados Unidos mientras tanto proseguía el procesamiento del cúmulo de datos recogidos en un cuarto de siglo de labor. Así, por ejemplo, en 1931 Fredrica C. Moore estableció los elementos de la órbita de θ_1 Crucis, estrella doble espectroscópica descubierta como tal en el Mills en 1910; como así de su homóloga H Velorum.

Los avances tecnológicos, el crecimiento de la ciudad y el cambio de objetivos, han tornado obsoleto el emplazamiento astronómico que en sus inicios, constituyó en Chile una de las avanzadas de la astrofísica mundial.



La ciudad abraza hoy al observatorio y lo cubre con una burbuja de luz

Con el advenimiento de las nuevas épocas y el asentamiento en su territorio de modernos sitios de investigación en lugares más favorables, el país sigue formando nuevas generaciones de científicos de primera línea en esta Era del Espacio.

Un pequeño observatorio moderno de la Universidad Católica de Chile, sienta sus reales en los faldeos de la cordillera, como umbral del espacio para las nuevas generaciones de estudiantes.



La labor de todas esas personas mencionadas, hoy olvidadas; junto con la llevada a cabo en Córdoba, Argentina; Arequipa, Perú y Sudáfrica, ayudaron consistente y ampliamente a la apertura de los cielos del Sur. Es una epopeya que constituye un ejemplo de tesón, esfuerzo sostenido en el tiempo y de imaginación astronómica, en un período en que el desconocimiento de las cosas del cielo era amplio y se carecía de referencias o de experiencia previa para avanzar en la ardua labor de su exploración.

Vale recordar que la Uranometría de Johan Bayer fue el primer atlas celeste que incluía estrellas del hemisferio sur, visto desde el interior de una esfera a diferencia de los predecesores; publicado en París en 1603.

Las observaciones exactas modernas más antiguas de los cielos australes datan de 1676, realizadas por Halley, en su viaje a la Isla Santa Helena donde registró un total de 341 estrellas. La expedición se realizó bajo el patrocinio del Rey Carlos II y de la Compañía de las Indias Orientales.

Tres cuartos de siglo más tarde, el astrónomo francés Nicolas Louis Lacaille, realiza una expedición similar en el Cabo de Buena Esperanza, entre los años 1751 y 1752. Determina las posiciones de 9766 estrellas entre la declinación -31° y el polo sur.

La epopeya astrométrica se cerró en Córdoba y Sudáfrica con la Uranometría Argentina, La Córdoba Durchmusterung y la Cape Photographic Durchmusterung.

Los trabajos efectuados en el Cerro San Cristóbal, abrieron definitivamente esos cielos catastrados, a la moderna astrofísica, con insospechadas consecuencias.

Con la senda desbrozada, las nuevas generaciones apoyadas firmemente en esas bases se proyectan hacia adelante en éste, el umbral de la Era del Espacio.

Todo lo expuesto se efectúa recordando además a los desconocidos de siempre, el personal auxiliar de apoyo y atención de la labor y de los astrónomos, que también se identifican con la empresa y la hacen propia, sin el cual resulta imposible proyecto ambicioso alguno. Nuestro homenaje es también para ellos.



Desconocido trabajando en el predio del Mills - 1909



BIBLIOGRAFÍA

- Aldunate Phillips; Arturo – Chile Mira Hacia Las Estrellas - Ediciones Gabriela Mistral – Santiago – 1974.
- Campbell, W. W. – The D.O. Mills Expedition to the Southern Hemisphere – PASP Vol. XII – 1901.
- Campbell, W. W. – A Brief Account of the D.O. Mills Expedition to Chile - PASP – Vol. XV – 1903.
- Congreso Nacional de Chile – Biblioteca - Manuel Foster Recabarren – Biografías de Parlamentarios – Sitio WEB – 2010.
- Curtis H. D. – Recent Changes at the Observatory of the D.O. Mills Expedition – PASP – Vol. XIX – 1907.
- Curtiss, H. – Methods of Determining the Orbits of Spectroscopic Binaries – PASP – Vol. XX – 1908.
- Departamento de Astronomía y Astrofísica - Pontificia Universidad Católica de Chile – Cien Años Luz – versión en DVD – Santiago de Chile – 2003.
- Duerbeck, H. W. – National and International Activities in Chile – 1849-2002 – ASP – Conference Series – Vol. 292 – 2003.
- Campbell W. W., *Organization and History of the D. O. Mills Expedition to the southern Hemisphere*, Publications of the Lick Observatory, Vol. VIII, University of California Publications - 1908.
- Keenan, P.C., Pinto S. y Álvarez H. – El Observatorio Astronómico Nacional de Chile – Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas – Universidad de Chile – Santiago – 1985.
- MINNITI; Edgardo Ronald y PAOLANTONIO; Santiago – Observaciones en la Latitud Sur de la América Remota – Revista de Historia de la Ciencia “Saber y Tiempo” – Universidad Nacional de San Martín – Buenos Aires – 2005.
- MINNITI, E. R – Estar en la Punta – El Observatorio de San Luis pasado un siglo – historiadelaastronomia.wordpress.com – 2009.
- Popular Astronomy – Revista Astronómica Mensual – Noticias varias dispersas - Años 1900 – 1930.
- Publication of the Astronomical Society of de Pacific – Revista mensual - Noticias varias dispersas – Vol. XII a XLII – San Francisco - 1900 – 1930.
- QUINTANA; Hernán – Cuatro Siglos de Astronomía en Chile – Revista Universitaria n° 83 – Santiago de Chile – 2004.

Nota: Las imágenes individuales de los astrónomos citados, fueron extraídas de fotografías correspondientes a reuniones colectivas de la American Astronomical Society publicadas por Popular Astronomy.