

Grandes Atlas y Catálogos Estelares Argentinos

Santiago Paolantonio (santiago@oac.uncor.edu)

Premio H. C. Pollock 2005

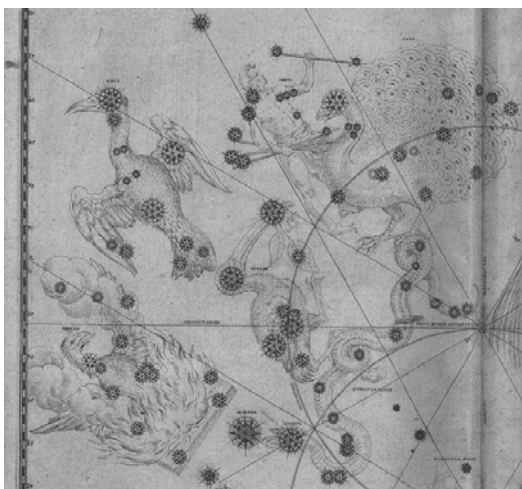
LIADA - Grupo de Investigación en Enseñanza, Difusión e Historia de la Astronomía, Observatorio de Córdoba

Describir cuáles fueron las circunstancias que llevaron a la fundación del Observatorio Nacional Argentino (ONA) en la ciudad de Córdoba, sería demasiado extenso para el objetivo del presente trabajo. Sin embargo, es preciso destacar que no se trata de la creación de una institución más, sino de la primera dedicada específicamente a la investigación científica, hecho que marcó el comienzo de la ciencia moderna en Argentina. Junto a la Academia Nacional de Ciencias y a la Oficina Meteorológica Argentina, constituyen un claro ejemplo de la política científica de fines del siglo XIX. Sus mentores, Domingo F. Sarmiento y Nicolás Avellaneda, consideraban a las Ciencias Naturales como motor del progreso de una nación que se dirigía a la industrialización, y entre éstas, la Astronomía, se constituía en una suerte de ciencia de punta, que se esperaba arrastraría a las demás, tal como efectivamente ocurrió.

Los objetivos científicos fundacionales del ONA se relacionaban con una necesidad acuciante para la época, conocer el cielo austral al mismo nivel que el boreal. Por ello, su principal finalidad inicial se centró en la confección de catálogos y atlas estelares, los cuales fueron realizados con los medios tradicionales para entonces y con los de avanzada: la fotografía.

Los antecedentes

Si bien en la época en que se inauguró el observatorio, la bóveda celeste meridional no era completamente desconocida, la información disponible se limitaba a un conjunto de atlas, catálogos y listas incompletas de estrellas, totalmente inapropiadas para las necesidades de la última mitad del siglo XIX, no sólo científicas, sino también prácticas, en particular para la navegación de altura, en pleno auge. La profundidad en magnitud de estos catálogos llegaba a la $6 \frac{1}{3}$, con precisiones que no excedían el tercio. Los valores consignados eran en general poco confiables dada la diversidad de las escalas empleadas, a lo que se sumaba el hecho que la nomenclatura estelar y los límites de las constelaciones podían calificarse como poco menos que caóticos.



La Uranometría¹ de Johann Bayer, fue el primer atlas celeste que incluía el hemisferio sur, visto desde el interior de una esfera a diferencia de los predecesores, bellamente ilustrado, se publicó en 1603 y reeditó en 1661.

Las primeras mediciones exactas de los cielos australes se remontan a 1676, y corresponden a las realizadas por el joven Edmond Halley utilizando un sistema telescópico. Las observaciones de 341 estrellas, se efectuaron desde la Isla Santa Helena, en aquel momento la posesión más austral del Imperio Británico.

Vista parcial de una de las cartas de la Uranometria de Bayer de 1603.

¹ La palabra Urania se relaciona con el cielo o "espacio celeste". Uranometría se refiere a "medida de las cosas celestes", quedando históricamente reservada a catálogos y atlas del cielo visible a simple vista.

Más tarde, en 1751 y 1752, el astrónomo francés Nicolas Louis Lacaille concretó una expedición al Cabo de Buena Esperanza, determinando las posiciones de 9766 estrellas al sur de la declinación -31° . Estas observaciones fueron publicadas en 1763 bajo el nombre *Coelum Australe Stelliferum*, en un formato tal que no resultó de gran utilidad. En 1847 se redujeron los datos obtenidos y se publicaron bajo el título *A Catalogue of 9766 stars in the Southern Hemisphere*, esta vez a cargo del gobierno Británico, que llegó a ser de consulta obligada.

Joseph Lalande a fines del siglo XVIII exploró desde Francia el cielo entre el polo norte y el trópico sur, completando 47.000 observaciones, cuyos resultados vieron la luz en 1801 bajo el título *Histoire Céleste Française*. Aquel año, Johann Bode publicó un hermoso atlas, poco práctico por la preponderancia de los dibujos de las constelaciones, en detrimento de las posiciones estelares. Para la misma época el italiano Joseph Piazzi, del Observatorio de Palermo, editó un catálogo de 7646 estrellas, muchas ubicadas al sur del ecuador. Fue una obra importante, pero poco divulgada.

Entre 1821 y 1833, Friedrich Wilhelm Bessel, llevó adelante un estudio del cielo entre los 45 grados de declinación norte y los 15 sur, hasta la 9^{na} magnitud, listando 62.380 estrellas, computadas y publicadas en 1846 en el Observatorio Imperial de Rusia por M. Weisse. Este trabajo, dado el instrumental y técnicas empleadas, superó al de Lalande.

Llegando ya a la época de la creación del ONA, entre los años 1830 y 1843, Taylor realizó observaciones en el Observatorio de Madras, India, ubicado a 13 grados de declinación norte, que incluyeron 6.000 estrellas de la bóveda celeste austral. Por otro lado, James M. Gilliss en su expedición a Santiago de Chile a mitad del siglo XIX, midió las estrellas en torno al polo sur con un círculo meridiano. Éstas no pudieron ser publicadas sino en forma incompleta y muy tardía.

Pero sin dudas, el emprendimiento más importante de ese entonces fue la famosa Uranometria Nova, del prusiano Friedrich Wilhelm August Argelander, publicada en 1843, con las observaciones de todas las estrellas visibles a simple vista desde la ciudad de Bonn, hasta la declinación -35° . A pesar de su gran calidad, debe destacarse que la zona austral se midió a muy baja altura sobre el horizonte, por lo que las posiciones y magnitudes no tenían la precisión esperada.

Cuando la Uranometría Argentina estaba terminada pero aún no publicada, en 1872, se editó el *Atlas Celestis Novus* de Eduard Heis, el cual cubría la misma región del cielo que el trabajo de Argelander, pero más completo y preciso. Otro catálogo publicado en 1874 por Carl Behrmann, llamado *Atlas des Südlichen gestirnten Himmels*, incluía estrellas situadas entre la declinación -15° y el polo sur.

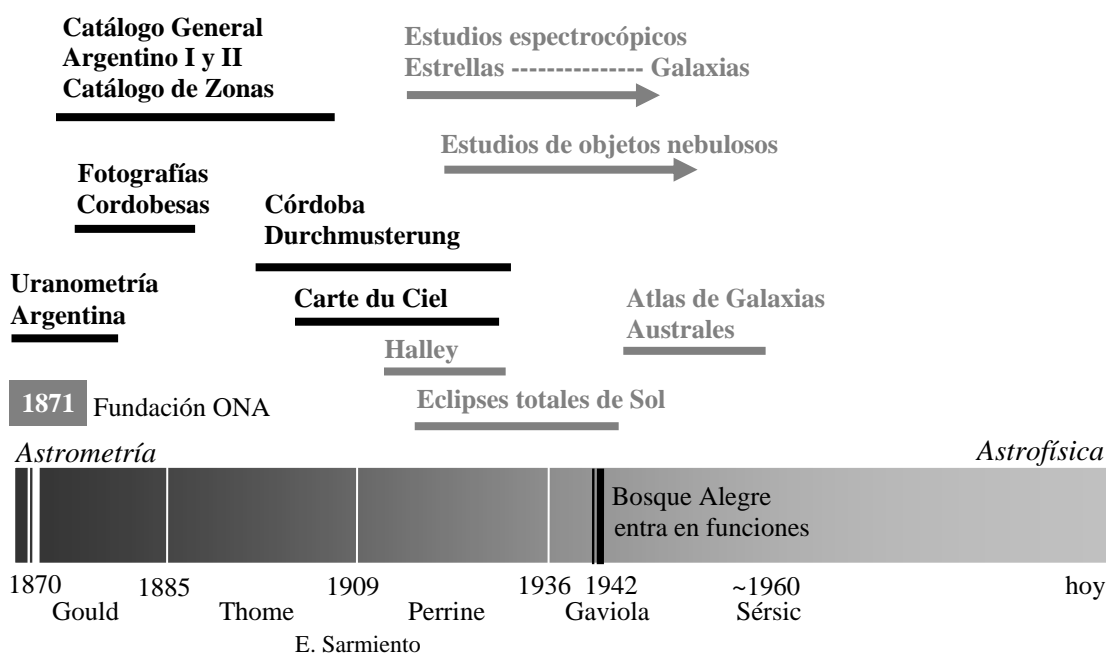
Los grandes atlas y catálogos del Observatorio Nacional Argentino

En más de 130 años de existencia el ONA – hoy Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Córdoba – llevó adelante numerosísimos trabajos, muchos de ellos de gran envergadura. En relación con las necesidades de la ciencia de cada época, los estudios fueron cambiando de los exclusivamente astrométricos, realizados durante los primeros años, a los principalmente astrofísicos actuales².

La gran mayoría de los grandes catálogos y atlas se concretaron hasta aproximadamente el primer tercio del siglo XX. Entre éstos pueden destacarse: la Uranometría Argentina, el Catálogo Zonas y el General Argentino, el Córdoba Durchmusterung, las Fotografías Cordobesas, el Catálogo Astrográfico y la Carte du Ciel.

² A lo largo de este período la dirección del Dr. Charles D. Perrine marca una clara etapa de transición.

Todas las obras – con excepción en parte del Córdoba Durchmusterung – han caído en un injusto olvido, no solo en la sociedad y comunidad científica internacional, sino también de la nacional.



En la figura se muestran esquemáticamente los períodos en que se confeccionaron los grandes catálogos y atlas, en relación a las diversas direcciones del ONA. También se indican otros trabajos importantes realizados en la institución.

Un comienzo promisorio: la Uranometría Argentina

Aunque la idea del primer director del observatorio, el Dr. Benjamin A. Gould, al llegar a Córdoba en septiembre de 1871, era dar inmediato comienzo a la determinación de las posiciones precisas de las más brillantes estrellas del hemisferio sur, el atraso en la construcción del edificio y la demora en la instalación del Circulo Meridiano al ser retenido en Europa por el bloqueo naval consecuencia de la guerra franco-prusiana, lo llevaron a concebir una uranometría.

Esta uranometría consistía en un catálogo y atlas del cielo observable a simple vista, que se constituiría en la esperada continuación de la Uranometria Nova de Argelander, maestro de Gould³.

Las observaciones para la que sería la Uranometría Argentina – nombre propuesto por el mismo Gould en honor a la nación que le permitió llevar adelante este proyecto – comenzaron a fines de 1871 y estuvieron terminadas al inaugurarse el observatorio, solo un año más tarde.

Dado que aún no estaba terminado el edificio del observatorio, esas mediciones fueron realizadas desde las terrazas de las casas en la que estaban alojados los astrónomos en el centro mismo de la ciudad. A pesar de esto, la excelente calidad del cielo les permitió que la magnitud límite del catálogo llegara a la séptima. El 26 de febrero de 1871 en una misiva dirigida a Sarmiento, Gould escribe: "... en constelaciones que tienen aquí la misma elevación norte que la tiene en Alemania al sud, hemos podido observar un número de estrellas mayor por más del 70% que el que ha podido en aquel país el célebre Argelander,...".

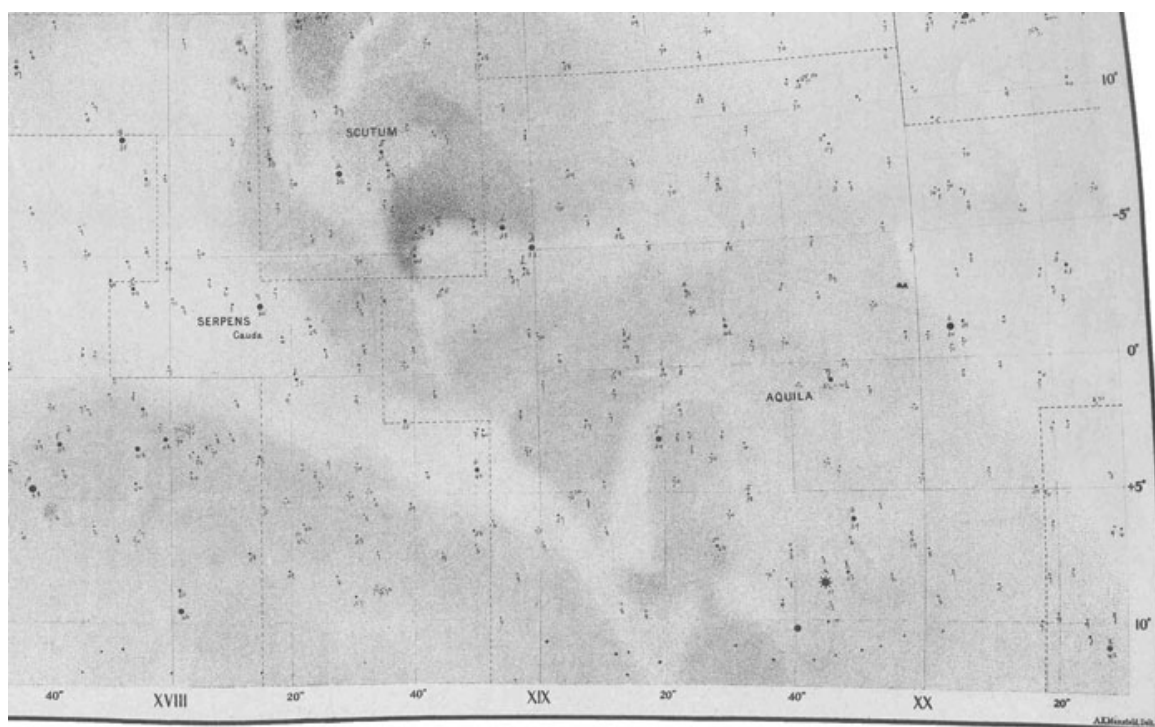
³ El director de ONA, contaba además de la experiencia adquirida con el astrónomo alemán, con la resultante del intento inconcluso de la confección de una uranometría, realizado años antes en el Observatorio Dundley en EE.UU., cuando fuera su director fundador.

Se utilizaron como punto de partida los catálogos y atlas más arriba mencionados, realizando las observaciones a simple vista o ayudados con pequeños binoculares para teatro.

Debido a la elevada miopía del director, éste limitó su accionar a la organización, reducción y redacción del trabajo, dejando las observaciones a los ayudantes, entre los que se destacó John Macon Thome, quien más tarde sería el segundo director de la institución.

La obra quedó constituida por el atlas, con 14 mapas con un tamaño de 50 por 70 centímetros y un catálogo de 400 páginas, conteniendo las posiciones y magnitudes de 7.755 estrellas – equinoccio 1875,0 –.

Las reducidas partidas del Observatorio Nacional no dejaron mucho margen para la edición de la obra, esto sin embargo tuvo un efecto positivo al posibilitar una detallada revisión de la misma. La primera edición de los mapas recién se concretó en 1877 y el catálogo fue publicado a principios de octubre de 1879, en el Volumen 1 de la serie "Resultados del Observatorio Nacional Argentino"⁴.



Detalle de uno de los mapas de la Uranometría Argentina de 1877.

El catálogo se imprimió en Buenos Aires, en la "Imprenta y Casa Editora Coni" de Pablo E. Coni. Se trató de uno de los primeros trabajos de este tipo realizado por la imprenta nacional, significando un gran logro que valorizó la misma y un acierto digno de destacarse. Por su gran tamaño resultó difícil encontrar la forma de imprimir los mapas estelares. Dibujados por Albert K. Marsfield, fueron grabados por Julius Bien & Co de Nueva York.

Los mapas se realizaron al estilo de los modernos atlas, de acuerdo con el claro y progresista pensamiento de Gould: "*los mapas indicarían los nuevos límites de las constelaciones, representados sin las grotescas, absurdas y confusas figuras de objetos animados e inanimados que perturban la apariencia de nuestros actuales globos y mapas,...*".

En forma casi inmediata fue un éxito que ni el mismo Director esperaba. Entre muchos otros reconocimientos recibidos por esta obra, puede destacarse la medalla de oro otorgada por la Real Sociedad Británica al Dr. Gould en 1883.

⁴ Los Resultados del Observatorio Nacional Argentino son bilingües, con textos en español e inglés.

La Uranometría Argentina fue realizada sobre sólidas bases científicas y cuidada en los más pequeños detalles. Ninguno de los catálogos y atlas existentes hasta entonces puede comparársele en extensión, exactitud y profundidad⁵. Se destaca por su profundidad en magnitud, constituyéndose en la primera que extiende la escala de la sexta a la séptima, trabajo que de por sí justificaría su fama dadas las dificultades que se debieron enfrentar, que el mismísimo Argelander no pudo solucionar. Además, la precisión de 0,1 magnitudes, fue inédita para el momento, resultado que se alcanzó gracias a las técnicas pulidas y el esmero puestos en juego. En síntesis, es lo mejor que se puede exigir a este tipo de trabajo realizado a simple vista.

Adicionalmente debe señalarse la uniformización de la nomenclatura para la identificación de las estrellas y el establecimiento lógico y claro de los límites de las constelaciones, terminando de este modo con la anarquía existente, la que sirvió de base para la división actualmente admitida.

El análisis acertado de los datos contribuyó al descubrimiento de un gran número de variables, notables conclusiones sobre el color de las estrellas y al descubrimiento del "Cinturón de Gould".

Los grandes catálogos realizados con el Círculo Meridiano

El Catálogo de Zonas

Cuando arribó a Córdoba el Círculo Meridiano se lo instaló y comenzaron en forma inmediata las mediciones precisas de las posiciones de las estrellas a partir de la declinación 23° sur hasta el polo.

El telescopio empleado contaba con un objetivo de 121,9 mm de diámetro y 1463 mm de distancia focal, construido por Adolfo Repsold e hijo de Hamburgo. Este se mantuvo en servicio hasta principios del siglo XX, cuando fue reemplazado por otro similar de mayores dimensiones.

Las primeras observaciones dieron inicio el 9 de septiembre de 1872, continuando hasta 1875, con una larga interrupción entre abril de 1874 y abril de 1875 debido a la licencia tomada por Gould como consecuencia de la muerte de dos de sus hijas.

El círculo meridiano se fijaba en declinación según la zona a medir, permitiendo movimientos a ambos lados, entre límites previamente fijados para poder barrer su ancho. Se registraba el momento de cruce de cada estrella por uno de los hilos fijos cuando transitaban por el campo del ocular, consecuencia del movimiento diurno de la esfera celeste. Ocurrido el evento, Gould, que estaba acostado sobre un sillón reclinable, indicaba a uno de los asistentes de turno el hilo empleado y la magnitud estimada de la estrella. Otro ayudante leía la declinación, la hora y minutos aproximados en un reloj ubicado delante de él. El tiempo exacto se registraba con un cronógrafo⁶.

Con esta técnica y a un ritmo de hasta 180 medidas por hora, en el período indicado se lograron 105.240 observaciones de 73.160 estrellas distintas, en 759 zonas.

⁵ Ni aún el de Behrmann, contemporáneo a la Uranometría. Este cubre 70° desde el polo sur y contabiliza 2.344 estrellas hasta la 6^{ta} magnitud, mientras que la Uranometría Argentina, abarca 100° y 7.756 estrellas hasta la 7^{ma} magnitud en forma completa. Adicionalmente el catálogo de Behrmann se considera heterogéneo pues fue realizado en un viaje, de modo que las observaciones se efectuaron desde distintos lugares y a lo largo de un prolongado tiempo, lo que le resta coherencia.

⁶ El conógrafo consiste en un tambor que giraba con velocidad constante, alrededor del cual se coloca un papel en el que una pluma, controlada eléctricamente por el reloj normal, produce una marca cada segundo. Un pulsador digitado por el observador genera otra marca superpuesta al accionarlo.

Los cálculos de reducción comenzaron en forma inmediata. El elevado tiempo que demandaban, muy superior al de observación, así como la falta de personal idóneo suficiente implicó un serio atraso. Cada reducción se realizó por duplicado logrando de este modo eliminar errores en ellas.

Los resultados estaban listos para ser publicados en 1884. Esta obra, a la que se denominó *Catálogo de Zonas*, constituye los volúmenes VII y VIII de los Resultados.

Catálogo General Argentino

El Catálogo General abarca la misma región del cielo que el de Zonas, hasta una magnitud 8,5⁷. Incluye las estrellas registradas en la Uranometría Argentina, los catálogos de Lacaille, Lalande y otros de menor jerarquía.

Se logró incrementar la exactitud, midiendo los pasajes estelares sobre 11 a 17 hilos del retículo y leyéndose los cuatro microscopios de declinación que poseía el círculo.

El número de estrellas registradas fue de 32.448, más 1.126 correspondientes a doce cúmulos abiertos notables. El número total de observaciones excedió las 150.000, la mayoría de las cuales se realizó hasta el año 1880, durante el que se llegaron a medir nada menos que 11.000 estrellas. Los resultados forman el Volumen XIV de los Resultados del ONA,

Los ayudantes que participaron en las observaciones de estos catálogos fueron Miles Rock, John M. Thome, William M. Davis, Eugene Bachmann, Francisco Latzina, Frank H. Bigelow, Chalmers W. Stevens y Francisco Wiggin.

El trabajo fue continuado por John M. Thome, efectuando nuevas observaciones entre 1885 y 1890, cuyos resultados constituyen el Segundo Catálogo General Argentino.

*Córdoba Durchmusterung*⁸

Argelander y su discípulo y sucesor Schönfeld, del observatorio de Bonn, entre los años 1852 a 1884, realizaron el Bonner Durchmusterung y su extensión austral, consistente en un relevamiento de las estrellas hasta la magnitud estelar 9, desde el polo boreal y hasta la declinación negativa de 23°.

Al sur de esta declinación nada parecido existía. Gould conciente de ello planificó la continuación del Durchmusterung, por lo que el observatorio adquirió para este fin un refractor ecuatorial de 5 pulgadas. Sin embargo, Gould renuncia a la dirección del observatorio en 1885 sin concretar el trabajo, dejándolo a su sucesor John M. Thome.

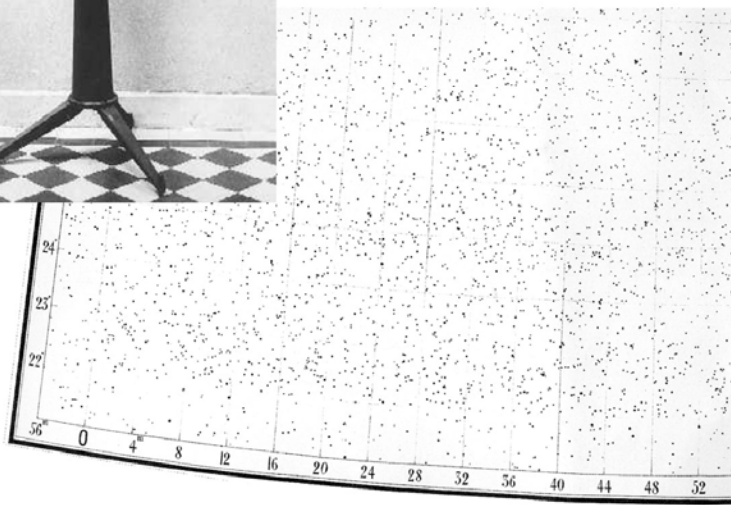
El nuevo director trató de seguir en todo lo posible los lineamientos generales del Bonner, con la

⁷ Aunque no son raras encontrar en el catálogo estrellas de magnitud 9 y 9,5.

⁸ La palabra Durchmusterung es un vocablo de origen alemán cuyo significado es "pasar revista". El Dr. Thome denominó a este catálogo y atlas como "Zonas de Exploración", pero esta obra hoy se la reconoce como Córdoba Durchmusterung (CoD).



Telescopio con el que se realizó el Córdoba Durchmusterung.



Detalle de una de los mapas del atlas del Córdoba Durchmusterung editado en 1893

intención de formar un catálogo y atlas general de todo el cielo lo más homogéneo como fuera posible. Modificó únicamente la magnitud límite, llevándola de la 9^{na} a la 10^{ma}.

Las observaciones fueron realizadas por el mismo Thome y sus ayudantes Ricardo H. Tucker y Gustavo A. Schuldt, desde una pequeña cúpula situada sobre la entrada norte del observatorio. En numerosas oportunidades participó como asistente la esposa del director, Frances Wall, quien fuera una de las recordadas “maestras de Sarmiento”.

En el campo del ocular del telescopio, se ubicaba un retículo con graduaciones marcadas cada 5 minutos de arco en el hilo de declinación en una extensión de un grado. Se determinaba el momento de tránsito de la estrella por medio de un cronógrafo, mientras que el observador a viva voz anunciaba al ayudante la marca del retículo por donde la misma pasaba, y por último su magnitud – con una exactitud de $\frac{1}{4}$ -. Se observaba por zonas de 1 hora de ascensión recta y 1 grado en declinación, cada una como mínimo dos veces.

Esta técnica permitió una precisión de un minuto de arco en ambas coordenadas, necesaria para cumplir con el objetivo del catálogo: permitir identificar cada estrella sin que existiera duda alguna empleando los telescopios de la época.

La primera etapa demandó más de cinco años de arduo trabajo - 1885 a 1891 -, realizándose 1.108.600 observaciones de 340.380 estrellas, entre las declinaciones de -22° y -42° . Los resultados fueron publicados en los volúmenes XVI a XVIII de los Resultados del ONA, entre 1892 y 1900. El atlas, editado en 1893, contaba con 12 mapas, cada uno con un tamaño de 50 por 70 centímetros.

Es interesante destacar que mientras el número de estrellas observadas en la Bonner ($+90^\circ$ a -23°) fue de 457.847 estrellas, en el de Córdoba, se registraron 613.953 estrellas en una zona de declinación menor (-22° a -90°).

La muerte sorprendió a Thome con el trabajo inconcluso, antes de imprimir el correspondiente a la faja -52° a -62° , el cual estaba básicamente terminado incluyendo 89.140 estrellas. Recién pudo editarse en 1914, en la dirección del tercer director del ONA, Charles D. Perrine.

El 90% del trabajo había sido hecho por Thome en 23 años, sin embargo, tuvo que esperarse un período igual para finalizarlo. Luego de superarse numerosos escollos y gracias al empeño de José Tretter, quién con poca ayuda pudo terminar la obra. ¡Casi medio siglo transcurrió entre el comienzo y fin de esta increíble empresa!

La quinta y última entrega, se publicó en la segunda parte del volumen 21 con los resultados de las mediciones de 35.151 estrellas de la faja -62° al polo sur celeste.

En el catálogo se incluyen además de las posiciones y magnitudes de las estrellas, detalladas descripciones de la distribución de las estrellas, así como una lista con cientos de posibles estrellas variables, muchas de las cuales hoy están incluidas en el Catálogo General de Estrellas Variables.

Los catálogos y atlas fotográficos

El primer trabajo astronómico sistemático y a gran escala utilizando la por entonces novísima técnica fotográfica, fue “Fotografías Cordobesas”. La experiencia derivada de este estudio realizado en el ONA, permitió en gran medida concretar los célebres Catálogo Astrográfico y Carte du Ciel, emprendimientos internacionales en los que el observatorio Argentino tuvo un desempeño destacado.

Fotografías Cordobesas

Entre los objetivos fundacionales del ONA se incluía la fotografía de los más destacados cúmulos abiertos australes con propósitos astrométricos, para lo cual se compró un telescopio refractor ecuatorial fabricado por Alvan Clark. Este instrumento contaba con el primer objetivo corregido en la zona azul, específicamente destinado a la fotografía. Las lentes de del doblete de 28,6 cm de diámetro, fueron talladas por Henry G. Fitz de acuerdo a los cálculos y las técnicas de control inventadas por Lewis M. Rutherford, amigo del Dr. Gould, lo que posibilitó adquirir el objetivo para el observatorio – previo el correspondiente pago –.



El Gran Ecuatorial, telescopio con el que se realizaron las Fotografías Cordobesas.

Fotografías Cordobesas, constituye el Volumen XIX de los Resultados, editado en 1897. Incluye las mediciones de 11.000 estrellas de 37 cúmulos abiertos, así como las cartas – dibujadas – de los mismos. Las mediciones fueron realizadas en 281 placas, que constituyen solo una fracción de las 1400⁹ obtenidas entre 1872 y 1882.

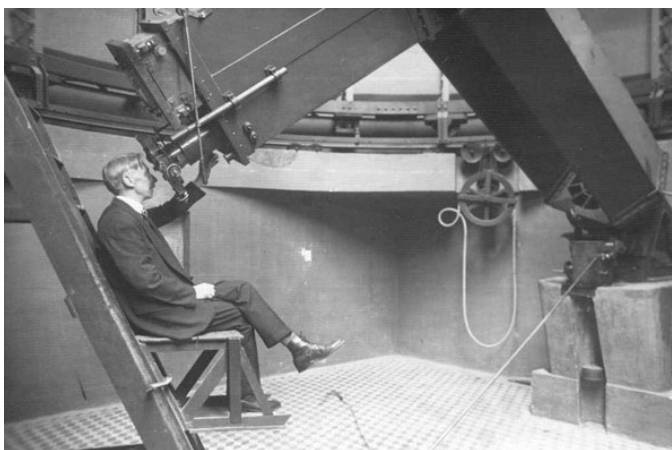
Estando inconclusa la medición de las placas, cuando Gould retorna a su patria en 1885, pide autorización al Gobierno Argentino para llevarlas consigo y terminar el trabajo en EE.UU.. Al momento en que la obra estaba prácticamente terminada, Gould fallece, por lo que la finalización queda a cargo de su ayudante George E. Whitaker bajo el control de Seth C. Chandler¹⁰.

⁹ Téngase en cuenta que la mayoría de estas placas eran del tipo húmedo, elaboradas en el mismo observatorio. Los tiempos de exposición eran muy variables, en general se realizaban dos de 8 min, pero se llegó en algunos casos a los 20 min. Estas primeras tomas fotográficas requerían de un gran esfuerzo.

¹⁰ Las placas quedaron por largo tiempo olvidadas. Un estudio realizado por el autor junto a E. Minniti permitió ubicarlas en el Harvard College Observatory, donde se encuentran en la actualidad. El valor de estas placas más allá del histórico, es científico, pues brindan una base de tiempo de unos 120 años, en especial teniendo en cuenta que aún hoy existe el objetivo con el que se obtuvieron.

El Catálogo Astrográfico y la Carte du Ciel

La Academia de Ciencias de París, a pedido del almirante Mouchez – director del Observatorio de París –, dirigió el 15 de octubre de 1886 una invitación a todos los directores de los observatorios del mundo, para un congreso cuyo propósito era proponer un proyecto de cooperación internacional para la realización de un catálogo astrográfico y un atlas fotográfico de todo el cielo, al que se denominó Carta del Cielo (Carte du Ciel).



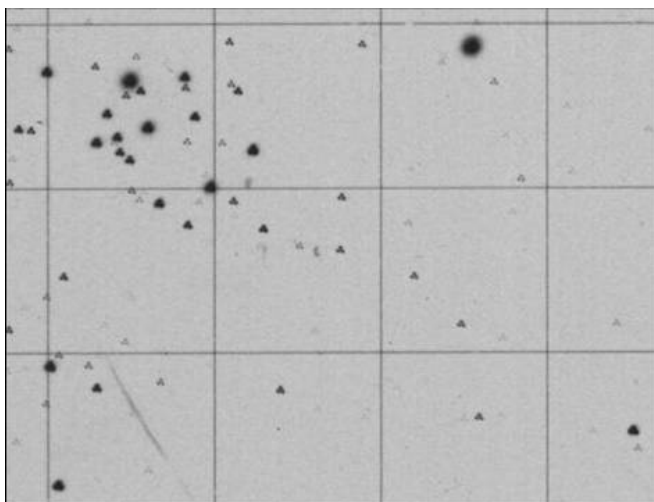
Robert Winter trabajando en el astrográfico Gauthier.

El emprendimiento contemplaba la toma de 32.000 fotografías de larga exposición, por lo que todo el cielo fue dividido en declinación en 18 fajas, cada una de las cuales se asignó a un observatorio. La zona de -24° a -31° inicialmente a cargo del Observatorio de La Plata, fue pasada al ONA en el año 1900 por gestiones realizadas por el Dr. Thome. Se adquirió inmediatamente un astrográfico doble fabricado específicamente para este proyecto

por Gauthier, dotado de un objetivo de 33 cm de diámetro tallado por los hermanos Paul y Prosper Henry.

En Córdoba el trabajo dio comienzo en 1902 y terminó en 1926 – siendo director el Dr. Perrine –. Las tomas fueron realizadas por los fotógrafos Roberto Winter y Federico Symonds, obteniéndose más de dos millares de imágenes.

Las placas utilizadas, confeccionadas por A. Lumière & Ses Fils S.A., de 16 x 16 cm, abarcaban cada una un campo de $2^{\circ}10' \times 2^{\circ}10'$. Sobre éstas se imprimía previo a las tomas un



Detalle de una de las placas de la Carte du Ciel en la que se puede apreciar las tres exposiciones realizadas formando un triángulo

cuadrículado que permitía con posterioridad determinar las posiciones estelares.

Para el Catálogo se realizaban cuatro exposiciones en línea, dos de 5 minutos, una de 1 minuto y otra de 5 segundos. Las dos primeras estaban destinadas a una doble medición con el objeto de incrementar la exactitud. La tercera y cuarta permitían seleccionar las estrellas a medir, imponiéndose como límite la magnitud 11.

Para la Carte du Ciel se efectuaban tres exposiciones de 20 minutos, formando un triángulo equilátero, técnica que permitía eliminar posibles confusiones de imperfecciones de la emulsión con estrellas.

No todos los observatorios lograron terminar el trabajo en el tiempo establecido, algunos de los cuales recién pudieron hacerlo a mitad del siglo XX. Los resultados del Catálogo fueron paulatinamente publicados en diversas fuentes. En cambio, debido a los avances instrumentales y en las técnicas fotográficas, la edición de la Carta del Cielo perdió impulso, de modo que solo algunas fajas fueron publicadas – el ONA imprimió únicamente la -25° –.

A un siglo de las primeras exposiciones, las placas de este atlas forman un cúmulo de información, con un inestimable valor, particularmente para el estudio de movimientos propios de las estrellas.