

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVII JORNADAS
VOLUMEN 13 (2007)

Pío García
Luis Salvatico
Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Las transformaciones en los procesos de trabajo astronómico hasta 1890. El Observatorio de Córdoba

Marina Rieznik

Transformaciones en el proceso de trabajo astronómico hasta 1890

La asociación entre desarrollo de la astronomía al servicio de la navegación y de la cartografía y la expansión imperial europea fue señalada reiteradamente por la historiografía. Esta asociación estuvo cada vez más institucionalizada hacia fines del siglo XIX y ello se manifestaba en diversos fondos estatales que financiaban y ponían en acción una parte de los trabajos astronómicos de la Europa de entonces. Este es el período en el que los astrónomos empiezan a convertirse en asalariados y es una época de grandes transformaciones en la cotidianidad de su trabajo¹. Pero retrotrayéndonos algo más en el tiempo, en las postrimerías del siglo dieciocho y en los tempranos años del diecinueve, dice Elizabeth Musselman² que la comunidad científica en Gran Bretaña, líder en el trabajo astronómico de entonces, era un variopinto grupo de amateurs, distinguidos especialistas, técnicos-mercaderes y algunos pocos profesionales. Mientras que muchos astrónomos británicos en este período inicial recibían fondos del gobierno, una porción sustancial dependía de su riqueza particular o estaban librados al azar de la compasión y caprichos de los comerciantes. Frecuentemente inclusive astrónomos que podían trabajar independientemente, en el sentido de que disponían de recursos propios, eran los que adoptaban el papel de representantes del imperio. El más prominente astrónomo independiente de Inglaterra en la primera mitad del XIX fue John F.W. Herschel (1792-1871). Atendiendo a él como antecedente en la historia de las transformaciones en los procesos de trabajo astronómico, subrayamos aquí que su producción³ era una porción importante del trabajo astronómico de la época, y que sin embargo era una colección de datos, gráficos, placas fotográficas, inscripciones de cálculos, que quedaban en su poder. Era un auténtico productor independiente de conocimiento, aunque en contados casos requiriese de instrumentos que no le pertenecían y fondos estatales. En los años siguientes, la rápida mutación de los procesos de trabajo no fue una exclusividad de la astronomía, el capitalismo avanzaba en la estandarización de medidas y cristalizaba cada vez más en los medios de trabajo, los instrumentos y las máquinas, a los saberes portados primero por los productores independientes y luego por los asalariados que el capital reunía pero que al principio no organizaba. Para esto se necesitó avanzar no sólo en el control de las leyes naturales y la producción de nuevas máquinas, sino en técnicas de control del comportamiento humano para acelerar la homogeneización de los procesos que aún ciertas especificidades de las fuerzas de trabajo impedían. Mostraremos aquí pocos ejemplos del camino en el que también los astrónomos intentaron resolver algunas dificultades ligadas a este proceso. El astrónomo de finales del siglo XIX no sería ya un simple productor independiente de conocimiento. Después de varias transformaciones en los procesos de trabajo astronómico la

¹ UBA-UNQ-CONICET

continuidad de la tarea astronómica ya no estaría en manos de los astrónomos independientes, pero estaría asegurada por los observatorios.

Varios astrónomos de la segunda mitad del siglo XIX se encargaron de problemas relativos a las transformaciones de los procesos de trabajo astronómico. Tomaremos el ejemplo aquí del astrónomo suizo Adolf Hirsh (1830-1901); él fue uno de los que se confrontó con problemas relativos a diferencias constantes entre las observaciones de distintos astrónomos. Si bien los errores de observación atribuidos a los observadores tenían larga data, en la medida en que los recursos acumulados en los observatorios aumentaba y la división del trabajo se expandía⁴, el problema de la "ecuación personal" se impuso como un tema que necesitaba solución. La misma hacía difícil estandarizar, para poder compartir, los datos obtenidos en el trabajo de observación. Hirsh intentó resolver el problema mediante experimentos psicológicos que permitiesen regularizar ciertos patrones de conducta adecuados para la práctica astronómica. Hirsh, inclusive intentaba desentrañar la procedencia de variaciones en un mismo observador y por eso adentró en investigaciones psicológicas. Esto derivó en muchas discusiones en donde Hirsh perseguía la eliminación del observador mediante la fotografía y micrómetros que graben y sigan el tránsito de las estrellas.⁵ Como dice Jimena Canales, para él y otros astrónomos después de él un conocimiento profundo de la psicología humana era esencial para obtener objetividad en astronomía⁶. Esta objetividad era condición para compartir la producción astronómica y darle continuidad en el observatorio. Por otro lado el cronógrafo eléctrico que por entonces se empezaba a usar, permitía que no fueran necesarias habilidades especiales para lograr un consumo del tiempo homogéneo a diferencia del método que dependía antes de los sentidos de la vista y del oído. Antes los dos sentidos debían ser coordinados de la misma manera por todos los observadores para que el tiempo de tránsito de una estrella sea el mismo, y por lo tanto para que haya acuerdo sobre las coordenadas de posición de la misma. En ese sentido el cronógrafo eléctrico, permitía dar cauce al problema de las diferencias entre observadores cristalizando parte de la solución en un instrumento.

Pasemos a otro ejemplo que apunta en el mismo sentido de la estandarización de medidas y la cristalización de saberes en instrumentos. En el siglo XIX, era un problema conocido entre los observadores el de las diferentes percepciones sobre los colores y brillos de las estrellas. Satauberman⁷ escribe sobre la historia de la construcción de imágenes para utilizar como referencias fotométricas. Otra vez de lo que se trata es de poder compartir los registros astronómicos. En 1858, Kart Fredich Zöllner diseña un astro-fotómetro que devino en uno de los más importantes instrumentos del siglo XIX en la astronomía alemana. El fotómetro diseñado básicamente permitía observar conjuntamente una estrella artificial con una real por medio de una pantalla traslúcida. En 1863 la Sociedad Astronómica de Alemania, la Astronomische Gesellschaft, fue fundada en Heidelberg y entonces Zöllner como miembro de la misma utilizó su propio fotómetro y difundió sus resultados a otros observatorios del mundo que lo empezaron a demandar. Posteriormente a un encuentro astronómico de 1871, de los observatorios que participaban en los programas internacionales de observación al menos la mitad tenía un fotómetro Zöllner.

Hirsh y Zöllner eran los referentes de una época en la que se verifican intentos conscientes de perfeccionar métodos y formas de medición y observación cristalizando esas mejoras en

nuevos instrumentos y reglas de trabajo. Esto era el correlato de la magnitud de datos acumulados por el trabajo astronómico realizado hasta entonces. Además se abrían nuevas sendas para coordinar trabajos de lugares distantes recientemente "acercados" por la expansión europea.⁸ Estas transformaciones eran el correlato de un trabajo que ya no era el de pocos productores independientes de conocimiento astronómico, sino el de astrónomos asalariados en equipos coordinados de trabajo. Pero esta transformación no fue abrupta. Los dos ejemplos que dimos tienen por objeto ilustrar un camino de problemas cuya cadena no se corta en ellos. Por ejemplo el problema de la "ecuación personal" persistirá aún con el uso del cronógrafo, pero ahora trasladado al tiempo distinto en que los astrónomos pulsaban determinado botón que dejaba registrado el paso de la estrella según el cronógrafo. Lo cierto era que todo intentaba orientarse para que los observatorios estandarizaran su producción para poner a diferentes astrónomos a trabajar en su continuidad. Era este el camino no lineal que permitiría ya en el siglo XX, que los observatorios se vayan constituyendo como verdaderas unidades de producción del trabajo astronómico.⁹

La fundación del observatorio de Córdoba y los procesos de trabajo astronómico

Las transformaciones en los procesos de trabajo astronómico de las que arriba dimos cuenta eran las contemporáneas a la fundación del primer observatorio argentino financiado por el Estado. En 1870 en Argentina, se incluye el monto para la fundación de un observatorio astronómico en Córdoba en el presupuesto del Ministerio de Instrucción Pública. Este es un momento de especial importancia en el proceso de institucionalización¹⁰ de la astronomía en Argentina porque el financiamiento estatal ya no sólo cristalizaría en intentos de difundir o enseñar sus teorías, sino en impulsar la práctica científica en el territorio nacional. La historia de esta fundación se puede remontar a cuando, años antes, Sarmiento como ministro en viaje a Estados Unidos, conoció al astrónomo estadounidense Benjamín A. Gould. Este le dijo que si contase con ayuda oficial se podría hacer una expedición en Argentina para explorar el cielo y proyectar que las instalaciones luego queden en manos del gobierno para fundar allí un centro científico. De hecho Gould pensando en una expedición austral, ya había pedido a Repsold en 1864 la construcción de un círculo meridiano. En ese momento el proyecto se atrasa por no contar el Estado con los fondos necesarios, todos volcados entonces a la guerra del Paraguay¹¹. El Observatorio fue inaugurado en 1871, la Ley de Presupuesto General de la Nación de 1870 le había destinado 31.870 pesos fuertes.¹² Gould fue entonces contratado como asalariado por el Estado. El primer tipo de tareas realizadas fueron en base a observaciones a ojo desnudo, que se complementaron con las realizadas a través del círculo meridiano que llegó en 1872. Los primeros catálogos estelares eran los que más tiempo insumían al equipo que trabajaba con Gould y eran tareas que constituían parte fundamental de la división de trabajo de la astronomía internacional en una época en que los cielos del sur habían sido poco explorados. Tuvieron por objetivo determinar las magnitudes de las estrellas visibles a simple vista y fijar sus posiciones en los mapas. La colosal tarea dirigida por Gould fue continuada por otro estadounidense J.M. Thome desde 1885 hasta 1908. Entonces se publicaron catálogos que contenían referencias de aproximadamente 600 mil estrellas del hemisferio Sur. Los registros de las observaciones comenzaron a publicarse en los volúmenes de la publicación de "Resultados del Observatorio Nacional Argentino" desde 1872. En 1879 como parte de este trabajo se publica la "Uranometría Argentina" con catálogos y

mapas que incluyen posiciones y brillos de 7756 estrellas, más brillantes que magnitud 7; en 1884 el "Catálogo de las Zonas Estelares" con el registro de más de 73000 estrellas entre el -23° y el -80° .¹³ Todos estos registros lo que pretendían era listar y fijar las posiciones y brillos de las estrellas de una manera aproximada, luego sobre estos catálogos se especificaban aún más las mediciones, resultando de ello nuevas publicaciones. Así en 1886 se publica un "Catálogo General Argentino" con posiciones y brillos de 33.600 estrellas. Estas tareas de especificación de posiciones y brillos formaba parte de un plan de medición más precisa que se llevaba adelante en el plano internacional y que era la tarea fundamental de la astronomía de la época. Quienes estaban a la cabeza de esta planificación eran los astrónomos de una sociedad alemana que publican sus catálogos bajo el nombre de "Astronomische Gesellschaft"¹⁴ Gould había sido entrenado entre los astrónomos que estaban a la cabeza de la coordinación del trabajo internacional de su época y también discutía los problemas de las diferencias personales en los trabajos que el mismo coordinaba en el observatorio cordobés. Siguiendo los estándares internacionales había adquirido además para el observatorio los instrumentos de punta de la época, fotómetro, micrómetros, cronógrafos, además claro de grandes telescopios. Sus resultados quedaron en el observatorio y fueron continuados por los astrónomos que siguieron en el observatorio después de la dirección de Gould. En esta situación, Gould no sería más que un asalariado del Estado, que deja sus productos en el observatorio que es en realidad la unidad correspondiente de producción astronómica. El camino de la astronomía hacia la coordinación de todas las tareas en los observatorios parecería ya completo en el observatorio cordobés. Por eso podría ser disonante el caso del que daremos cuenta abajo. Sin embargo en las conclusiones veremos que la disonancia no era tal y que forma parte de la no linealidad de las transformaciones internacionales de los procesos de trabajo astronómico.

Los primeros trabajos fotoastronómicos del observatorio cordobés, dice Ferrari¹⁵ que si bien fueron llevados adelante por la existencia de un plan de Gould, tuvieron que ser logrados con la incorporación del alemán Karl Schultz-Sellack. Este había estudiado ciencias en Berlín, se había especializado en fotoquímica y luego había sido entrenado en Norteamérica por Lewis Rutherford.¹⁶ Sellack siempre dijo que su trabajo y su estadía estaba financiada por unos señores norteamericanos y que el observatorio lo que hacía era permitirle usar el telescopio y la lente que poseía. La misma había sido construída bajo la dirección del propio Rutherford, siendo suya anteriormente y diseñada por él en 1865. Permitía fotografiar con mucha exactitud un grupo de estrellas.¹⁷ Ferrari aporta una investigación de fuentes muy importante en la que da cuenta de una serie de menciones del propio Gould respecto a los fondos propios y de sus amigos americanos que solventaban la contratación del fotógrafo. Dichas menciones tendrían que ver con asegurarse la posesión personal de las placas fotográficas celestes para llevarlas consigo para medirlas a su retorno a Estados Unidos. Inclusive los fotógrafos posteriores fueron contratados por el Estado y aún así Gould se llevó las placas tomadas posteriormente por Heard y por Thompson.¹⁸ Respecto al discurso de Sarmiento cuando en la despedida que se le hizo a Gould dice "Dejáis fotografías en planchas de vidrio como documentos imperecederos", aclara Ferrari, que ese "dejáis" fue dicho en sentido figurado, pensando en el aporte a la ciencia universal. De hecho Gould se estaba llevando las placas para su medición con micrómetros especiales que habían sido diseñados por Rutherford, y había solicitado permiso al gobierno nacional para ello.¹⁹ Las mediciones de

Gould fueron publicadas post mortem en Estados Unidos: "Fotografías Cordobesas", 1897, Lynn, Massachusetts. El gobierno argentino pago los 10.000 pesos gastados de la edición dando curso a la reclamación de los descendientes de Gould ante el Congreso de la Nación²⁰.

Así en el proceso de trabajo astronómico dirigido por Gould en Córdoba vemos que por un lado existen trabajos cuyos resultados son apropiados por el Observatorio - en los que el director funciona como un asalariado- y por el otro que las tareas fotográficas aparecen en letras del propio Gould mencionadas como trabajos independientes coordinados por él. Esto fue así aunque los instrumentos fueron pagados por el Estado y algunos de los fotógrafos que tomaron las placas también. Por lo tanto teniendo en cuenta la organización concreta de ese trabajo y la apropiación de su producto, no es fácil encasillarlo como parte de una producción de los asalariados del observatorio argentino. Más bien se asemeja a otros tipos de trabajos realizados en el observatorio²¹: el observatorio ofrece un servicio, en este caso el uso de instrumentos financiados por el Estado, para observaciones particulares independientes. Este tipo de solapamientos era sin embargo característico de los procesos de trabajo astronómico de la época.

Conclusión

La materialidad de los procesos de trabajo realizados en el observatorio cordobés estaba imbricada y formaba parte de las prácticas de la astronomía internacional²². Por eso miramos antes las transformaciones en el estado de la materialidad del trabajo astronómico internacional, para entender como circulaban los recursos puestos a funcionar en el observatorio argentino. En concreto en su porción mayoritaria se trataban de tareas de astronomía necesarias para la confección de los trabajos coordinados por observatorios europeos. Es por eso que también sus instrumentos, crónografos, fotómetro y demás telescopios se correspondían con ellas. Si tomamos el caso de los catálogos celestes, los astrónomos del observatorio eran asalariados que dejaban sus productos en manos de quienes seguían después sus tareas. Así claramente era el observatorio, y no sus astrónomos, el que se constituía como unidad de producción del trabajo astronómico mundial. Sin embargo atendiendo a sus producciones fotográficas, vimos que el observatorio argentino no daba continuidad a la totalidad de sus tareas y que a veces funcionaba como lugar utilizado por productores independientes que se llevaban consigo los frutos de sus trabajos. En la medida en que Gould se apropiaba de parte de los productos de su propia labor, podemos decir que él mismo era no sólo fuerza de trabajo calificado sino hasta cierto punto un productor independiente de resultados astronómicos. En ese punto aprovechó la posibilidad de estar situado en un lugar inaccesible para otros astrónomos para acumular información bajo la forma de placas fotográficas que fueron la base de su trabajo futuro cuando volvió a los Estados Unidos. En este aspecto el Observatorio cordobés, no funcionaba como medio de producción científica capaz de organizarse de tal manera de asegurar una continuidad de la totalidad de sus trabajos con independencia de las propias habilidades de las fuerzas de trabajo que ponía en acción. Pero esta situación no era una singularidad argentina. La no linealidad de las transformaciones internacionales en la astronomía explica que varios tipos de apropiación de los trabajos se solaparan en un mismo observatorio.

Volviendo a lo que vimos arriba sobre las transformaciones de la época, podríamos argumentar que Gould, como Herschel, era un productor independiente y que era en virtud de ello que podía llevarse las placas producto de su trabajo. Pero tal perspectiva sería anacrónica; como

vimos durante la segunda mitad del siglo XIX el trabajo astronómico fué transformado en su materialidad y todo parecía marchar hacia la organización de la continuidad de la actividad en torno a los instrumentos montados en los observatorios. Pero como ya dijimos este camino no era lineal. En primer lugar debemos tener en cuenta que aún internacionalmente la fotografía no era utilizada masivamente en el trabajo astronómico, sólo años más tarde se intentaría sistematizar su utilización en la astronomía de posición. Lejos estamos entonces de que el trabajo científico realizado sobre las placas fotográficas pueda estandarizarse, menos aún cristalizarse en máquinas padronizadas, como para asegurar su continuidad en un observatorio con independencia de la habilidad de los científicos que se dedican a ellas. En este punto, queremos señalar un dato de importancia. En 1925 Walter Baade sería el primer astrónomo europeo que viajaría a Estados Unidos con una beca de la Fundación Rockefeller. El dato relevante: cuando volvió a Alemania se llevó no sólo sus placas de 60 pulgadas de los campos que él mismo había tomado, sino que también se llevó placas obtenida con el telescopio de 100 pulgadas y cedidas a él por Hubble, con quien frecuentemente discutía. Como vemos el caso de Gould que a fines del siglo XIX en Argentina se llevó las placas obtenidas en el observatorio de Córdoba, no era excepcional. Inclusive esta situación se repite en los mejores observatorios de Estados Unidos muchos años después.

Es que pese a los procesos que describimos, en los que en el siglo XIX se van homogeneizando y cristalizando los saberes en máquinas, instrumentos y tecnologías de dirección de la fuerza de trabajo, algunas especificidades del trabajo astronómico no permitían separar suficientemente al producto del trabajo de la fuerza de trabajo especializada que los elaboraba. El observatorio cordobés en esta época jugaba un papel sino en la dirección, en la ejecución de una porción de las tareas de coordinación de la astronomía internacional. Las características de los trabajos realizados en su seno, no eran más que las propias de las transformaciones mundiales de la época. Por eso es importante no confundir aspectos que parecen coyunturales o fruto de políticas locales equivocadas, con lo que son características históricas de un nivel de desarrollo de las transformaciones en la materialidad de los procesos de trabajo científico.

Notas

¹ Ver Schaffer, S. "Astronomers mark time: discipline and personal equation", en *Science in Context* 115-145, 1988. Canales, J "Exit the frog, enter the human: physiology and experimental psychology in nineteenth-century astronomy" en *The British Journal for the History of Science*, Vol.34 Part 2 No 121, 171-197, 2001, Hoffman, C. "Constant differences: Friedrich Wilhelm Bessel, the concept of the observer in early nineteenth-century practical astronomy and the history of personal equation". en *The British Journal for the History of Science*, 1-33, 2007

² Green Musselman, E., "Swords into ploughshares: John Herschel's progressive view of astronomical and imperial governance" en *The British Journal for the History of Science*, Vol.31 Part 4 No 111, 419-435, 1998.

³ Su estadía en el cabo de Buena Esperanza en los años 1834-38 incluyeron el mapeamiento de los principales cuerpos celestes del hemisferio sur, especialmente de nebulosas, cúmulos y estrellas dobles; el desarrollo e institución de las primeras técnicas sistemáticas de medición de magnitudes estelares y la continuación del trabajo empezado en Gran Bretaña de observación del cometa Halley, de la posición de los satélites de Saturno y de la medición de la potencia solar. Herschel fue un pionero en el escudriñamiento de los cielos del sur y en la utilización de fotografías a tal efecto.

⁴ Ver Hoffman, op.cit.

⁵ Sobre la introducción del cronógrafo eléctrico ver Sloten, H.R., "The dilemmas of science in the United States: Alexander Dallas Bache and the U.S. coast survey" *Isis*, 84, 26-49, 41-2 Según Canales en esta historia, la defensa de

Hirsch del cronógrafo eléctrico y de la estandarización del tiempo y las longitudes era parte de los unificados esfuerzos republicanos europeos para crear un nuevo sistema postal y pesos unificados, medidas y monedas. Ver Canales op.cit.

⁶ Canales, J, op.cit.

⁷ Staubermann, K.B., "Making stars: projection culture in nineteenth-century German astronomy" en *The British Journal for the History of Science*, Vol.34 Part 4 No 123, 439-451, 2001.

⁸ Bartha, L. B. "Astrophysical Instruments in Hungary, 1871-1911" en *Journal for the History of Astronomy* Vol.25, Part 2, num 79, Science History Publications Ltd, Cambridge, England, 77-92, 1994.

⁹ Ver Osterbrock, D., "Walter Baade, Observational astrophysicist, (1): The preparation 1893-1931" en *Journal for the History of Astronomy*, Vol.26, Part 1, num 82, Cambridge, 1-33, 1995.

¹⁰ En cuanto a los procesos de institucionalización - y lo que se ha llamado "recepción"- de las ciencias en Argentina ver Babini, J, *La ciencia en Argentina*, Eudeba, Bs. As., 1963; Montserrat, M., "La introducción de la ciencia moderna en Argentina: el caso Gould", en *Criterio n° 163.1971*, Pyenson, L., "In partibus infidelium: Imperialist Rivalries and Exact Sciences in early Twentieth-Century Argentina", en *Quiju*, vol 1, num2, 1984; Tognetti, L., "La introducción de la investigación científica en Córdoba a fines del siglo XIX: la Academia Nacional de Ciencias y la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas (1968-1878)" en *La ciencia en la Argentina de entre siglos. Textos, contextos e instituciones*. 345-365, 2000; Mantegari, C., *Germán Burmeister. La institucionalización científica en la Argentina del siglo XIX*, UNSAM, Bs. As. 2003.

¹¹ Ver Bernaola, Bernaola, Omar. *Enrique Gaviola y el Observatorio Astronómico de Córdoba. Su impacto en el desarrollo de la ciencia argentina.*, Ed. Saber y Tiempo, Bs. As. 2001; Sociedad Científica Argentina, *Evolución de las ciencias en la República Argentina 1923-1972. Astronomía*. Tomo VII.,1977; Chaudet, "Benjamín Apthorp Gould", 1824'27 Revista de la Universidad de Córdoba, año 11 7/8/9, 1924; Gould, B.A., Resultados del Observatorio Nacional Argentino de Córdoba, vol II, 1881.

¹² Ver Chaudet, E., op.cit., Bernaola op.cit, SCA op.cit.

¹³ Posteriormente se publican en cuatro entregas, en 1892, 1894, 1900 y 1914 las "Zonas de Exploración" (Córdoba Durchmusterung)

¹⁴ SCA op.cit., Bernaola op.cit

¹⁵ Ver Ferrari, R., "Carl Schultz-Sellack (1844-1879) y los orígenes de la fotografía astronómica en Argentina", *Saber y tiempo*, 11, 2001: 71-101-

¹⁶ Ferrari, A., op.cit.

¹⁷ Ver Ferrari, op.cit. Callete-Bois, R. (1969) Correspondencia Gould-Avellaneda. Boletín del Instituto de Historia Argentina "Dr E. Ravigniani", año XI, Tomo XI (segunda serie) 18-19; Bernaola, op.cit.

¹⁸ Ver Paolantonio, S. Y E. Minniti. "Uranometría Argentina. 2000. Historia del Observatorio Nacional Argentino" Córdoba: Observatorio Astronómico de Córdoba, 2000; Paolantonio, S. Y E. Minniti "Fotografías Cordobesas. Primer trabajo de fotografía astronómica en Latinoamérica." Presentado al 2do Congreso de Fotografía Latinoamericana, Santiago de Chile, Noviembre 2000. Citas de Ferrari, op.cit, 93.

¹⁹ Ver Paolantonio, Minniti, op.cit., citado por Ferrari, op.cit., 85

²⁰ Anónimo 1898 citado por Ferrari, op.cit.,pg 86.

²¹ Por ejemplo el observatorio cordobés también prestó sus servicios para una expedición astronómica naval norteamericana que se dedicaba a la instalación de cables submarinos, con la finalidad de realizar las determinaciones telegráficas de las longitudes terrestres. En 1884 Gould escribió: "Estas operaciones han impedido completamente, durante cinco semanas todas las observaciones instrumentales que no se relacionaran con ellas. No obstante todo esto, creo que los resultados valdrán ampliamente todo lo que nos habrá costado.() Acabo de recibir una nota del Ministerio de Marina de Estados Unidos, expresando su reconocimiento a este Observatorio por los servicios que ha prestado." Gould, A., en Bernaola, op.cit.

²² Thome, J.M., *Observatorio Nacional Argentino de Córdoba*, Bs.As., 1906,Imprenta Coni Hermanos. Citado por Bernaola, en op.cit.