

Tiempos, ritmos de trabajo e instrumentos en el Observatorio de Córdoba a fines del siglo XIX. El problema de la “ecuación personal”.

Marina Rieznik.

Cita:

Marina Rieznik (2013). *Tiempos, ritmos de trabajo e instrumentos en el Observatorio de Córdoba a fines del siglo XIX. El problema de la “ecuación personal”*. X Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-038/732>

Tiempos, ritmos de trabajo e instrumentos en el Observatorio de Córdoba a fines del siglo XIX. El problema de la “ecuación personal”.

Dra. Marina Rieznik. UBA-UNQ-CONICET

En consonancia con la división del trabajo y la adquisición de flamantes artefactos, algunos autores señalan que en los “observatorios-fábricas” del siglo XIX, los astrónomos se iban descalificando mientras eran sometidos a sorprendentes regímenes disciplinarios. En este marco, el intento de los directores por evitar ciertos errores producidos por los observadores, englobados por el concepto de ‘ecuación personal’, fue redefinido por algunos estudiosos como un paso más en la elaboración de las reglas de disciplina adecuadas a la nueva división del trabajo. Como correlato, la manera en que los astrónomos producían los errores dejaba de ser autoevidente y se transformaba en un problema científico que debía ser indagado. El observador aparecía como incapaz de autocontrolarse y surgían entonces nuevas preguntas en torno a la ‘ecuación personal’. Retomando críticamente tesis de Hoffman, se mostrará que en el observatorio de Córdoba, muchas veces, las disimilitudes en los tiempos de observación y registro eran consideradas consecuencias de diferencias corporales, físicas o cerebrales, en el mismo sentido en que los instrumentos eran diferentes entre sí en su materialidad concreta, una vez puestos a funcionar. Se discutirá con autores como Galison o Daston que consideran que los intentos de evitar la ‘ecuación personal’ eran acompañados por una ideología sobre la objetividad que, disciplina mediante, desplazaba la confianza desde el observador hacia las máquinas e instrumentos. El caso enriquece debates actuales sobre el papel jugado por el control de los tiempos de trabajo y la mecanización, en la construcción de los objetos de la ciencia.

1. Introducción

El Observatorio de Córdoba en la Argentina, creado en 1871 con fondos estatales, fue dirigido hasta 1886 por Benjamin Gould, norteamericano formado entre astrónomos alemanes.¹ Sus tareas comenzaron en un momento cuya singularidad, en lo que refiere a los objetivos fundamentales de la actividad astronómica internacional, consistía en el intento de unificar los catálogos astronómicos y mapas que antes permanecían heterogéneos porque circulaban en áreas más restringidas. Así, se intentaba representar la totalidad de la cúpula celeste y que los equipos de los observatorios repartidos por la superficie terrestre respondiesen a los mismos criterios de trabajo. En esta senda se incluían la introducción del cronógrafo eléctrico para estandarizar el sentido del paso del tiempo para las observaciones astronómicas, la construcción de fotómetros para poder consensuar las medidas de los brillos estelares, los acuerdos internacionales sobre unidades de medida y puntos de referencias comunes que servían al cálculo astronómico de las distancias terrestres y las convenciones respecto a la regulación del trabajo astronómico.² En el Observatorio de Córdoba, los equipos de trabajo intervendrían en todos estos procesos constituyéndose en sección fundamental de la construcción del objeto científico “cielo austral”.³

El incremento de recursos volcados a la astronomía durante ese proceso, implicó no sólo la multiplicación de científicos dedicados a la actividad, sino la transformación de sus tareas. El astrónomo ya no trabajaba con instrumentos propios y sus tiempos estaban ajustados por la dirección jerárquica que organizaba al colectivo contratado para escudriñar los cielos. Por una parte, algunas de sus habilidades - y con

ellas el control sobre sus ritmos de trabajo- dejaban de ser necesarias en la medida en que se incorporaban nuevos instrumentos, por la otra, sus resultados eran apropiados y continuados por distintos colegas. John Lankford muestra como, en consonancia con la división del trabajo y la adquisición de flamantes artefactos, los astrónomos empezaban a tener una menor cualificación.⁴ En la misma línea, Simon Schaffer comenta que a fines del siglo XIX, en el Observatorio de Greenwich, el director procuraba contratar a infatigables, constantes, obedientes pero descalificados trabajadores que eran sometidos a una sorprendente vigilancia disciplinaria.⁵ Este proceso histórico ha llevado a Lankford a considerar que ya en el siglo XX podrían encontrarse “observatorios-fábricas”.⁶ Este autor analiza el funcionamiento de un gran observatorio como si hubiese sido una empresa, donde el astrónomo que dirigía la institución se habría convertido en un administrador o el equivalente a un gerente, un “CEO” (Chief Executive Officer) en términos de la organización de empresas norteamericanas.

Teniendo en cuenta este marco histórico, el intento de los directores de los observatorios por evitar ciertos errores producidos por los observadores englobados por el concepto de ‘ecuación personal’, fue redefinido por algunos estudiosos como un paso más en la elaboración de las reglas de disciplina adecuadas a la nueva división del trabajo.⁷ Las tensiones que las ‘ecuaciones personales’ produjeron en los observatorios de la época han generado polémicas entre historiadores que se dirimen entre encuadrarlas como un habitual problema reglado y absorbido como aspecto probabilístico de los cálculos, a los que los astrónomos nunca le habrían prestado demasiada atención, o bien, por el contrario como un obstáculo atendido y solo solucionado mediante una ajustada disciplina y control sobre los ayudantes de los observatorios. Hoffman, atendiendo algunos aspectos de la cuestión planteados por Jimena Canales, incorpora un matiz al señalar el desarrollo inicial del problema⁸. Afirma que es cierto que, en algún momento de principios del siglo XIX, la manera en que los observadores producían los errores dejó de ser autoevidente y se transformó en un problema científico que debía ser indagado. Antes de eso, o bien el error producido era absorbido por cálculos probabilísticos, cuando no era contante para cada observador, o bien se lo intentaba evitar por medio del entrenamiento, el autocontrol y los mejores instrumentos que evitaban los errores constantes - ya sea que estos se atribuyeran al entrenamiento insuficiente, a una mala interpretación de los datos o a la falta de consideración respecto a cierta estructura anatómica de los sentidos que dificultaba la percepción adecuada en el registro. Por contraste, la diferencia que empezó a detectar Friedrich Bessel, era involuntaria y no se eliminaba pese a todos los recaudos. El observador aparecía como incapaz de autocontrolarse y surgía entonces una nueva pregunta en torno a la ‘ecuación personal’. Otros en cambio seguían sosteniendo que en observadores experimentados los errores eran menores y que podían ajustarse mediante cálculos. Pero lo que sostiene Hoffman es que como en la época se asumía que los instrumentos debían calibrarse, no porque fueran imperfectos, sino porque en su funcionamiento se terminaban de constituir, así también el observador empezaba a verse como algo a calibrar, a evaluar, en las condiciones materiales concretas de su materialidad y funcionamiento. Este análisis incluía a observadores e instrumentos por igual, de esta manera, los límites y errores producidos por ambos se transformaron en esta época en objetos de indagación en los observatorios. Las diferencias personales eran consideradas diferencias corporales, físicas o cerebrales en el mismo sentido en que los instrumentos eran diferentes en su materialidad concreta. Para Hoffman, al principio, el intento de encuadrar la ‘ecuación personal’ equivale al intento de determinar los errores que arrojaban los instrumentos. Así, si bien admite la atención prestada por Bessel al problema, polemiza con la idea de que la disciplina estricta era la

respuesta ofrecida por los astrónomos al problema de la ecuación personal. En el mismo sentido, discute con autores como Galison o Daston que consideran que los intentos de evitar la `ecuación personal` eran acompañados por una ideología sobre la objetividad que desplazaba la confianza desde el observador hacia las máquinas e instrumentos.⁹

Según Hoffman los regímenes disciplinarios no son consecuencia directa de la aparición de la `ecuación personal` sino que son el correlato del avance de la división del trabajo en los observatorios de fines del siglo XIX. Para entonces, como dice Schaffer, entre otros, con la incorporación de nuevos instrumentos, los astrónomos organizaron en los grandes observatorios regímenes cronométricos de vigilancia de los observadores subordinados con la intención de eliminar la `ecuación personal`.¹⁰ En ese sentido, el autor apunta que el estudio de la economía política de los grandes observatorios del siglo XIX señala las bases materiales y sociales de un influyente *set* de valores ligados a la tecnología necesaria para el `control moral` de las conductas individuales. Por contraste, Hoffman señala para principios del mismo siglo, que Bessel sugería que los errores del observador, cuyos límites no podían absorber el cálculo probabilístico, eran como errores de una fuente física, en el sentido que no podían ser eliminados del trabajo observacional y que sus márgenes tenían que ser determinados empíricamente en cada caso, tal como se hacía con los errores que arrojaban los instrumentos. Ninguna `vigilancia moral` del problema podría resolverlo, mediante el análisis se podían detectar los errores, pero no eliminarlos. Más aún, Hoffman muestra la falta de control de Bessel sobre la comprensión problema. En cuanto se adentraba en experimentos con distintos observadores, con el mismo observador en diferentes momentos y con diferentes instrumentos, se encontraba perplejo porque no tenía forma de reproducir lo que iba encontrando como errores finales, cuánto más experimentaba menos claro era a qué patrón obedecían los errores. Por eso, muchas veces los astrónomos que siguieron a Bessel le `rindieron tributo` al problema a la vez que lo silenciaron en cuanto pudieron.

Hoffman retoma para el caso de la `ecuación personal` la idea de Bachelard de que lo que ocurre aquí es que el experimento se transforma en una `complicación`, contraria a la noción tradicional de los resultados experimentales como perturbaciones de una ley general.¹¹ Los `hechos experimentales` más bien revelan la complejidad del objeto de investigación. No hay simples fenómenos, cada fenómeno es un tejido de relaciones. No obstante, Hoffman opina que, al contrario de lo que sugiere Bachelard, la complejidad no conduce a profundizar en el entendimiento de las características del fenómeno, al menos no en el sentido de un conocimiento más comprehensivo, la complejidad en este caso es casi idéntica a la incoherencia y desde el punto de vista del experimentador es equivalente a una pérdida de control.

En este trabajo se afirma que esta complejidad señalada por Hoffman para principios del siglo XIX se sostiene, en Córdoba, incluso hasta final de siglo y que permanece el enfoque de la `ecuación personal` como un tema de las condiciones involuntarias, materiales y concretas de la observación. En este artículo también se asocia la definición de la `ecuación personal` a las complejidades del proceso histórico de división del trabajo y transformaciones en las condiciones materiales del mismo. La acumulación de instrumentos y recursos no era condición suficiente para estandarizar de manera directa todas las actividades; no ocurría de manera inmediata un desplazamiento del observador por la mecanización; las prácticas de los observatorios seguían siendo heterogéneas y las cualificaciones de sus astrónomos eran muy diversas. En este marco, las fuentes analizadas muestran cómo para el director del observatorio, el problema de la `ecuación personal` se resolvía de maneras muy disímiles, no todas ligadas al reemplazo del observador por instrumentos o a su vigilancia en el trabajo. Entre esas

respuestas ambiguas, se iba conformando como objeto de investigación y redefiniendo la propia `ecuación personal`. Se retomará más adelante el debate que Hoffman plantea, a partir de la historia de la `ecuación personal`, con las posiciones de Schaffer, Jimena Canales, Lorain Daston y Peter Galison sobre el papel del observador en relación a los instrumentos en la organización del trabajo científico durante el siglo XIX.

2. *El intento de homogeneizar los catálogos.*

Cinco años antes de la fundación del Observatorio de Córdoba, la mayor parte de las observaciones que se hacían para los catálogos no tomaban un sistema común de coordenadas estelares como base. Rogers advirtiendo esta situación en 1883, muestra cuatro cuestiones percibidas como importantes por los astrónomos de la época. Primero, por lo general, las tablas llegaban sólo a las estrellas de octava magnitud, aunque ya los instrumentos permitían observar estrellas más débiles. Segundo, en un gran número de casos la misma estrella se repetía en diferentes catálogos, pero no se repetían las mismas estrellas del sector porque no se utilizaba una misma norma de elección. Tercero, salvo excepciones, no había por detrás de los catálogos objetivos comunes a cumplir. Cuarto, cada catálogo contenía un sistema de errores peculiar a los observadores, al carácter de los instrumentos utilizados, y al sistema de estrellas primarias seleccionado, pero ningún esfuerzo general en función de homogeneizar lo hecho hasta entonces.¹²

En esta coyuntura, en la que la ausencia de patrones homogéneos empezaba a ser detectada en las prácticas como un problema y a aparecer como obstáculos en algunos escritos, debe entenderse la propuesta de la *Astronomische Gesellschaft* para elaborar un gran catálogo unificado. En la reunión de Leipzig en 1865, Argelander, el presidente de la asociación, concibió un plan para tratar de eliminar los problemas anteriormente mencionados de las futuras observaciones.¹³ La propuesta estuvo finalmente plasmada en un programa, cuyos puntos más importantes en relación al intento de eliminar errores incluían: establecer las estrellas de referencia iniciales distribuidas uniformemente sobre el cielo boreal; observar dos veces o tres cada estrella; aceptar que los diferentes instrumentos utilizados requerirían ajustes coyunturales a criterio del observador; no hacer zonas de observación de más de dos horas porque la fatiga mental y física incidiría en errores de registro¹⁴.

En Córdoba, Gould entrenaría a su equipo para que se sumase a las nuevas indagatorias y colaborase en el ajuste de las reglas propuestas al construir los catálogos australes. Así, por ejemplo, respecto a la amplitud que era conveniente para la observación de las zonas más boreales, concluyó, después de mucha experiencia práctica, que debía conservar el mismo ancho que Lalande, Bessel y Argelander. Sin embargo, a medida que aumentaba la declinación este ancho debía ampliarse; por el contrario se disminuiría cuando hubiera demasiadas estrellas, como en el caso de la Vía Láctea. En cuanto al largo de las zonas, precisó que en realidad no podían llegar a las dos horas, no debían exceder los cien minutos “no pudiendo soportarlo bien por más tiempo ni los ojos ni los nervios de los observadores sea al telescopio ó al microscopio.(...) Todas las pocas zonas, sin escepcion, que se cointinuaron por dos horas, resultaron perjudiciales al observador.”¹⁵

La elaboración de estas normas se vinculaba al intento de eliminar las imprecisiones de los catálogos. Los errores se dividían en accidentales o periódicos y sólo parte de estos últimos, los que se manifestaban como desviaciones de la correcta declinación de las estrellas observadas, se debían a fallas en los pivots de los instrumentos utilizados. La detección y registro de estos errores tenían larga data, pero sólo se transformó en un

problema en la medida en que los recursos acumulados en los observatorios aumentaban, la división del trabajo se expandía, y la continuidad del trabajo en los observatorios quería asegurarse.¹⁶ Si los errores no podían evitarse, había que estandarizar su registro, para poder compartir, simultánea o diacrónicamente, los datos obtenidos en trabajos localizados que pretendían aunarse. Sin embargo, por mucho que se regulara el trabajo de los astrónomos, el problema persistiría aún años después del plan de la *Gessellschaft*, y los catálogos que pretendían eliminar todos los errores no podrían evitarlos.

3. La `ecuación personal`, organización del trabajo y nuevos instrumentos.

El observador que usaba el método de ojo-y –oído, registraba el tránsito de una estrella escuchando el péndulo de un reloj y escribiendo los tiempos en los que veía determinada estrella atravesando los finos hilos verticales que cruzaban el ocular del telescopio.¹⁷ Desde su invención en 1849, el electro cronógrafo estaba siendo usado para lentamente ir reemplazando este método y Canales muestra como el astrónomo suizo Adolf Hirsh era uno de los primeros en probar los méritos del instrumento. Por medio de él, desde 1861 intentaba resolver el problema mediante experimentos psicológicos que permitiesen regularizar ciertos patrones de conducta adecuados para la práctica astronómica. Señaló que como las alteraciones provenían de registros hechos por un solo observador, no alcanzaba con alternar observadores para cada estrella o con crear un promedio para obtener registros exactos. Como dice Jimena Canales, para estos astrónomos el conocimiento profundo de la psicología humana era esencial para lograr la objetividad en astronomía, la condición para compartir la producción astronómica y darle continuidad.

Por otro lado, las diferentes percepciones sobre los colores y brillos de las estrellas también se conformaron como problemas de `ecuación personal`. En tanto el brillo de las estrellas era una de las variables fundamentales en la construcción de catálogos, se desarrollaron prácticas de construcción de imágenes para utilizar como referencias fotométricas. Al igual que en los intentos por evitar los errores de definición de las coordenadas estelares, en este caso también se trataba de eliminar la heterogeneidad de las percepciones individuales, para poder compartir los resultados obtenidos. En 1858, Karl Friedrich Zöllner diseña un astro-fotómetro que se transformaría en uno de los más importantes instrumentos del siglo XIX en la astronomía germana.¹⁸ El fotómetro construido permitía observar conjuntamente una estrella artificial y una real por medio de una pantalla traslúcida. La estrella artificial se formaba a partir de la luz emitida por una llama que pasaba a través de un agujero en una tapa negra en la base del telescopio. La tapa tenía agujeros de diferentes tamaños para proyectar así una escala convenida de magnitud, contra la que se comparaba el brillo de las estrellas reales. Zöllner como miembro de la *Astronomische Gesellschaft* utilizó su propio fotómetro y difundió los resultados a otros observatorios del mundo, que empezaron a demandar el instrumento. Para 1871, al menos la mitad de los observatorios que participaban en los programas internacionales tenía un fotómetro Zöllner, entre ellos, el observatorio de Córdoba.

La cuestión de la ecuación personal, también formó parte de los análisis de la psicología de la época; en 1887 Edmund Sanford proponía la tesis de que la `ecuación personal` de los astrónomos, que él consideraba la causa principal de todos los errores de las coordenadas de las estrellas, se debía controlar por el conocimiento de las leyes de la psicología experimental. Sanford esperaba ayudar a que los astrónomos hiciesen uso de las investigaciones de la psicología, de forma de evitar lo que él llamaba

“hipótesis infundadas”.¹⁹ Sostenía que existía una causa psicológica en el tema que se intentaba resolver: la imposibilidad de comparar las impresiones de dos sentidos, la vista y el oído, que debían tomar lugar exactamente en el mismo instante. El observador que utilizaba el método de “ojo-y-oído” escuchaba el péndulo de un reloj y anotaba los tiempos cuando veía pasar determinada estrella por cada uno de los hilos fijos, verticales y a la misma distancia, ubicados en el ocular del telescopio.²⁰ Por lo tanto, ambas impresiones debían combinarse. En dicho proceso, el percibir una impresión después de otra producía la ‘ecuación personal’. Sanford, admitía que quien antes que nadie había notado esto, y dado el primer paso para poder medir los tiempos que ocupaban los procesos mentales, había sido Bessel, maestro de Argelander, en su clásico *Memoir on ‘Personal Equation’*, sin embargo Sanford sostenía que la advertencia de Bessel no había tenido consecuencias para el trabajo astronómico.

Lo cierto es que la “ecuación personal” trascendió los límites disciplinares, pero, para los astrónomos el problema tenía una doble dimensión: por un lado, la propia de la división del trabajo al interior de un observatorio; por el otro, los astrónomos debían encargarse de coordinar la tarea de registro desde diferentes puntos del planeta. Aún más, se advertía con preocupación que la ‘ecuación personal’ ni siquiera era constante para cada observador. El mismo observador con un determinado instrumento podía observar de modo diferente según el punto del zenit en el que se encontraban las estrellas y también había variaciones según el brillo de las mismas. Bessel, citado por Sanford, dice que a él le pasaba que primero veía y luego escuchaba, excepto cuando las estrellas eran muy débiles, entonces la relación se invertía. Para complicar aún más las cosas, esto no era válido para todos los observadores. En el observatorio cordobés el intento de resolver estos problemas también insumiría muchas de las horas de trabajo de la institución y Gould referiría permanentemente a las conclusiones de Bessel.

Era una suposición de los astrónomos de la época y de Hirsh en particular, la idea de que parte de la solución para las variaciones en las observaciones debía pasar por la eliminación del observador. El punto es puesto de relieve por estudiosos como Canales y coincide con otros análisis como los de Daston y Galison para la época respecto a la ya mencionada transformación en la consideración hacia el observador durante el siglo XIX.²¹ En el caso de la astronomía, la esperanza era que este fuese reemplazado por la fotografía y por micrómetros que grabaran y siguieran el tránsito de las estrellas. Además el cronógrafo eléctrico, que por entonces se empezaba a usar y que había sido inventado en 1849, los animaba a pensar que ya no serían necesarias habilidades especiales para lograr un consumo del tiempo homogéneo, a diferencia del método que dependía de los sentidos de la vista y del oído para medirlo.²² Los astrónomos que estaban a la cabeza del desarrollo astronómico de entonces, ansiaban que la cristalización de las habilidades humanas en varios instrumentos que tuviesen una forma de registro homogénea encauzara el problema de las diferencias entre observadores.²³

No obstante ello, algunos años después, en 1897, Truman Safford, veterano de la *U.S. Nautical Almanac* y astrónomo en el Williams College en Massachusetts, advertiría que el cronógrafo no podía evitar las ‘ecuaciones personales’.²⁴ Algo parecido seguía ocurriendo, pero entonces trasladado al tiempo distinto en que los astrónomos pulsaban determinado botón, que dejaba registrado el paso de la estrella según el cronógrafo. Safford ponía así sobre el tapete la cuestión de que a veces las nuevas máquinas producían ‘ecuaciones personales’ por la falta de familiarización con las mismas.²⁵ Esto ya había sido detectado en Córdoba, aún cuando Gould abrigaba la misma esperanza que sus contemporáneos respecto del cronógrafo.

Ya fue señalado que Lankford muestra como con la acumulación de instrumentos y la correlativa división del trabajo en los observatorios proliferan los trabajos semi o

descalificados.²⁶ Sin embargo, no se trataba simplemente de que los aparatos, que cristalizaban y homogeneizaban saberes que antes portaban los astrónomos, despojaran a los científicos de toda cualificación. En primer lugar, era necesaria una nueva habilidad para construir el aparato de manera precisa y muchas veces los aparatos eran contruidos por los astrónomos o en colaboración con ellos. En segundo lugar, el astrónomo debía adquirir la habilidad necesaria para manejar y calibrar el nuevo aparato. Y en tercer lugar, lo más importante: algunos astrónomos debían cualificarse para coordinar el trabajo de los que maniobraran los aparatos. Además debían poder coordinar los productos del trabajo hecho antes, sin aparatos, con los nuevos trabajos y resultados obtenidos. Por eso la extensión de la división del trabajo astronómico implicaba descalificación como dice Lankford, pero también jerarquización y nuevas cualificaciones.

Los casos históricos analizados aquí, tienen por objeto ilustrar un camino de problemas cuya cadena no se corta con la introducción y acumulación de instrumentos con la consecuente vigilancia sobre los astrónomos. Veremos que en Córdoba, ciertos problemas ligados a la falta de familiarización con los nuevos dispositivos hicieron, por ejemplo, que el fotómetro de Zöllner no fuese considerado como la solución para las `ecuaciones personales´ en el registro de las magnitudes y que la introducción del cronógrafo eléctrico levantase más de una sospecha respecto de la superioridad del nuevo método para eliminar las `ecuaciones personales´. Atestiguan contra la supuesta linealidad del proceso de acumulación de instrumentos y control creciente del trabajo: muchas horas de investigación para implementar normas de trabajo adecuadas, pruebas para la utilización de los nuevos dispositivos, modificaciones de algunos aparatos, imposibilidad de usar otros y, sobre todo, la publicación de las incertidumbres y ambigüedades que se multiplicaban en los informes sobre los errores.

4. `Ecuación personal´, fotometría y división del trabajo en el observatorio de Córdoba.

Las observaciones a ojo desnudo para la *Uranometría Argentina* se comenzaron en Córdoba cuando aún el observatorio estaba en construcción. Las tareas seguían líneas de trabajo que Gould había aprendido trabajando con Argelander en Bonn. El régimen se asimilaba al que el mismo Gould había intentado llevar adelante en el observatorio de Dudley, bajo su dirección desde 1856, a la vuelta de su entrenamiento con los germanos. En Albany el observatorio estaba todavía en construcción cuando entrenaba a los observadores que lo asistían para hacer observaciones a ojo desnudo. Al mismo tiempo, desde 1859, para el Servicio Hidrográfico (Coast Survey), Gould había estado poniendo en práctica sus habilidades para hacer correcciones de muchos catálogos y para trabajar con modernos adminículos mientras hacía las determinaciones de longitud que le requerían.

En Córdoba, el espacio abarcado en estas primeras investigaciones era la parte del cielo que quedaba al sur del paralelo de + 10°, comprendiendo así toda la región situada, dentro de un radio de 100° del Polo Sud. Hodge afirma que, para que los estándares de magnitud de este trabajo fueran los mismos que los aplicados en los cielos del norte, Gould lo primero que tuvo que resolver fue cómo confiar en cuatro observadores diferentes cuyas `ecuaciones personales´ estaban destinadas a ser disímiles.²⁷ Gould, al referirse al procedimiento para observar y registrar las magnitudes de las primeras estrellas y compararlas con los brillos medios establecidos por Argelander detallaba que:

Este procedimiento, se hizo independiente y separadamente por cada uno de los cuatro observadores; además, después de concluida para cada región sucesiva de la faja mencionada, comparaban juntamente los resultados, no solo uno con otro, sino también con el cielo. Las discordancias resultaron ser notablemente pocas y ligeras, desapareciendo en algunos casos con la revisión común. Raras veces ascendieron a dos décimas partes de una unidad, ni había por lo general variación sistemática. Efectivamente los casos de un exceso o falta regular en la apreciación se limitaron en su mayor parte a estrellas de un color pronunciado o que se hallan próximas a otra más brillante. (...) No se adoptó como tipos de magnitud sino aquellas estrellas sobre las que los cuatro observadores estuvieron de acuerdo, desechando las demás de la lista.²⁸

Más adelante, Gould reiteraba que el brillo medio correspondiente a cada orden de magnitud en la *Uranometría Nova* tenía que ser determinado independientemente por cada observador y comprobado por el acuerdo unánime de ellos. Es decir que en una primera etapa, que consistía en fijar las estrellas tipos de magnitud, que servirían de referencia para establecer los demás grados, se solucionaba el tema de la ecuación de magnitud a través de la eliminación de las estrellas que presentaran discordancia en su registro. Pese a que Gould decía que las discordancias eran pocas y ligeras, esta eliminación no era marginal: de las 1800 estrellas anotadas, sólo para 722 se llegó a un acuerdo absoluto entre los cuatro observadores, es decir que fueron más las estrellas para las que no se pudo convenir una medida. La solución propuesta por Gould sólo simplificaba el establecimiento de algunas estrellas elegidas de referencia. Sin embargo, el problema reaparecería, porque, a la larga se pretendía catalogar y mapear todas las estrellas visibles a ojo desnudo, no simplemente dejar en el mapa las estrellas sobre las que hubiese acuerdo respecto a su brillo. Lo interesante de la cita anterior es que aparece muy marcada la tendencia de Gould a atribuir las diferencias personales a un error accidental, que podía ser solucionado a partir de volver a mirar lo que había presentado algún tipo de ambigüedad en su registro.

En primer lugar, Gould suponía que la fuente del error podía derivarse de la proximidad de estrellas brillantes en la cercanía de las observada; en segundo lugar, afirmaba que algunas estrellas de ciertos colores eran más complicadas para determinar en su brillo por ser más difíciles de captar por el ojo humano. Aunque el primer problema era más difícil de resolver con los aparatos disponibles en esa época, el director contaba con que, por la utilización de telescopios, se arribaría a un registro más preciso en las re-observaciones. En el mismo sentido interpretaba la solución cuando tuvo que hacer la revisión final de la obra, en 1874 Gould sostenía: “(...) Thome comparó nuevamente toda la obra con el cielo, agregando muchas estrellas, y descubriendo equivocaciones en la identificación de varias otras.”²⁹ En el capítulo cuatro, explicaba cómo en esta parte final del trabajo se encontraron los denominados errores gruesos y señalaba su origen y soluciones, siempre vinculadas a nuevas observaciones sobre las estrellas en que los ayudantes discrepaban. La solución entonces para superar los errores, pasaba por dejar esta parte del proceso de trabajo en las manos del hombre más entrenado. Esto se hizo en todos los errores considerados gruesos por Gould, ya proviniesen de equivocaciones de lectura de las magnitudes en los catálogos anteriores o de errores en los propios catálogos de referencia.

No obstante, como señalamos en segundo lugar, ello no era considerado como una solución para los casos de las estrellas de colores rojas o de color naranja pronunciado: “Las discordancias de esta última clase - se refiere a errores debidos, según él a que la estrella se encuentran cercana a otra más brillante- pudieron, por regla

general, subsanarse con el uso del telescopio; pero las debidas al color de la estrella no pudieron resolverse tan fácilmente”.³⁰ Gould asimilaba el error a un problema de los sentidos de los observadores, cuando trata de ellas, se acercaba al camino en que otros astrónomos discutían las `ecuaciones personales´ como problemas de los sentidos de los observadores. Según Gould el problema podía deberse a “alguna tendencia a lo que se llama ceguedad de color, fenómeno que me parece debido (...) a la carencia de una completa susceptibilidad de la retina para ciertas vibraciones luminosas”.³¹ Así, caracterizaba que sólo en estos casos no se encontraba un camino cierto para resolver la cuestión de las discordancias “ellas fueron a menudo aún en su mayor parte, irreconciliables. No solamente las rojas, sino también las del color naranja pronunciado, dieron mucho trabajo por esta razón.”³² Y agregaba:

Felizmente hubo dos de los observadores, los señores Thome y Hathaway, quienes casi constantemente apreciaron las magnitudes de estrellas coloradas muy arriba de lo que las juzgaban los otros dos señores Rock y Davis; mientras que los juicios de unos y otros se hallaban generalmente acordes. (...) Así sucede que hay relativamente pocas estrellas de color en nuestra lista de tipos de magnitud. Para el catálogo principal de la Uranometría ha sido adoptado, en tales casos, el promedio entre las mayores y menores apreciaciones (...)³³

El problema de las diferencias personales en la apreciación de magnitud de una estrella de color rojo se decidió saldar, no por medio de la utilización de algún auxilio instrumental o fotométrico, ni por medio de la disciplina de trabajo, sino por medio del cálculo de un promedio. Es decir se estableció que la magnitud de la estrella era tal que, paradójicamente, nadie la había visto nunca con esa intensidad precisamente. Se seguían convenciones de la astronometría del momento, respecto a la resolución de las ecuaciones de magnitud para los catálogos.

En tercer lugar, Gould insistiría en la hipótesis de que los errores más notables no provenían ni de errores en el entrenamiento de los observadores, ni de diferencias de percepción, sino de la propia naturaleza de los cuerpos observados:

Además los frecuentes indicios de que la luz de una porción muy considerable de las estrellas fijas no es de ninguna manera constante, manifestó evidentemente la conveniencia de que se multiplicasen en lo posible el número de estos tipos de comparación.³⁴ (...) Ha habido casos en que, por acuerdo común, una magnitud ya adoptada ha sido variada de dos y aún de tres décimos; pero estoy convencido de que, en la gran mayoría de tales casos, el cambio ha sido en la estrella misma, más bien que en la apreciación del grado de su luz.”³⁵

Gould continuaba diciendo que los casos de una discordancia pronunciada entre las determinaciones hechas por él y sus ayudantes en Albany, en 1858, y las realizadas en Córdoba, parecía muy probable que se debiesen a un verdadero cambio en el brillo de las estrellas mismas, más bien que a cualquier error en las apreciaciones. Tales discordancias las consideraba “indicaciones fuertes de variabilidad.”³⁶ Su propia experiencia le indicaba que a veces estrellas con brillos indefinidos o variables serían luego descubiertas como estrellas dobles por telescopios más potentes, todavía la astronomía no llegaba a explicar los casos en los que la variación provenía de la oscilación de brillo de un solo astro.

En cuarto lugar, el error era atacado de forma diferente en el caso de las estrellas de magnitud muy débil. Gould proponía continuar con el trabajo hecho por Argelander,

lo que implicaba aceptar el tipo de convención respecto a la escala adoptada para las diferentes magnitudes, pero además quería precisar aún más la gradación de la escala hasta los décimos de unidad. Por otro lado, Gould había comparado las estrellas que debían ser observadas más al norte con las estrellas ya registradas en las zonas de Bessel - después de reducidas sus magnitudes a la escala de Argelander por medio de las tablas ya publicadas-, además de con la *Durchmusterung*, con el catálogo de Lalande y con el de Taylor y había llegado a la siguiente conclusión:

(...) comparados todos con nuestras apreciaciones de las estrellas que están al norte del ecuador, indicaban que lo que habíamos llamado 6^M5 era realmente 6^M9 o 7^M0 ; y que muchas de las estrellas que se habían apreciado aquí en Córdoba a la simple vista y puesto en nuestros mapas, no eran en realidad superiores a $7\frac{1}{4}$. Parece fuera de toda duda que, en las noches más favorables, las estrellas de la magnitud 7.0 pueden verse fácilmente en Córdoba por personas de una vista regular; mientras que en Albany determiné 6^M2 para el límite correspondiente.³⁷

En definitiva, el establecimiento de los tipos de magnitud exigía una readaptación de Gould; en los catálogos anteriores nadie había profundizado tanto como él pretendía, ni se habían establecido gradaciones de una décima de grado, ni se había ampliado la escala para abarcar estrellas más débiles de la magnitud 6,5. Gould explicaba que:

(...) se presentaron graves dificultades en la formación de la escala para las estrellas inferiores al sexto grado de magnitud. La obra de extender con exactitud y precisión una serie, más allá de su límite extremo, es un problema que suele presentar serios obstáculos; y por algún tiempo me hallé completamente imposibilitado para fijar un tipo que representase el cero del grado séptimo de magnitud. (...) En tal emergencia, acudí al señor Argelander mismo, pidiéndole me designase unas cuantas estrellas visibles en Córdoba, que a su juicio pudiesen servir de tipos para representar la magnitud 7.0; pero tuve el pesar de saber que este distinguido amigo no se consideraba en aptitud de fijar tales tipos.³⁸

Como ya se dijo, Zöllner había introducido un fotómetro que pretendía lidiar con este problema y el invento había sido adquirido en Córdoba.³⁹ Sin embargo, Gould prefirió tomar como referencia a ciertas convenciones respecto a la denominación del brillo de las estrellas, que eran anteriores a la introducción del fotómetro. Ahora bien, en función de encontrar una vara con la que comparar las débiles magnitudes observadas y determinar el grado de brillo que debía representar el cero del séptimo orden, Gould avanzaba en el mismo sentido que Zöllner a la hora de construir los tipos para ampliar la escala. Es decir, empezaba a idear maneras de objetivar en un instrumento el saber respecto al establecimiento de la magnitud del brillo de las estrellas. Recordemos que el germano había colocado una tapa con aberturas de diferentes diámetros delante de un mechero de tal manera que las diferentes aberturas dejasen pasar más o menos luz desde la llama; así lograba proyectarla en una pantalla traslúcida que servía de estrella artificial para comparar con la estrella observada por el telescopio. El camino de Gould se le asemejaba:

se practicaron un número considerable de experiencias fotométricas por medio del método de aberturas mínimas (...) hice una larga serie de pruebas por medio

de aberturas de varios diámetros hechas en la tapa de un pequeño telescopio.” (Gould, 1879: capítulo uno) (...) Se construyeron planchas corredizas, en las que había una serie de agujeros redondos cuyos diámetros sucesivos diferían de la centésima parte de una pulgada inglesa, o sea la cuarta parte de un milímetro. Estas se ajustaron a la tapa de un pequeño telescopio portátil de movimiento ecuatorial. Habiéndose elegido estrellas que representasen las varias gradaciones de magnitud desde 5.5 hasta 6.1, se buscó para cada estrella la mínima abertura que permitiese verla claramente.⁴⁰

Gould continuaba midiendo estrellas con agujeros hechos en una tapa que cubría el ocular de un telescopio, pero esta vez comparando con las estrellas que se llamaban 6.0 en Albany, descubriendo que necesitaban un diámetro de 0.18 de pulgada; pero juzgando que existía la misma razón para las aún más débiles no continuó. Hasta entonces parecía encaminado a reinventar el fotómetro de Zöllner; pero en lugar de hacer pasar la luz artificial de un mechero por un agujero, para proyectarlo en una pantalla traslúcida y comparar con la proyección la luz de la estrella real, Gould hacía directamente las perforaciones en la tapa del ocular para que la luz de la estrella real las atravesara. Sin embargo, se detuvo antes por considerarlo poco efectivo y llegó a la conclusión de que dicho método de aberturas mínimas era “sumamente ilusorio e incierto.”⁴¹ De cualquier manera, Gould utilizaba las pruebas para dar fundamento a acuerdos convencionales:

El cero para la séptima magnitud, conseguido así empíricamente por el acuerdo común de los cuatro observadores, fue prolijamente comparado con el término medio que resultaba de varios catálogos, especialmente con el *Durchmusterung* de Bonn, y se halló suficientemente conforme con estos para autorizar su adopción sin cambio ninguno, y tanto más cuanto se conformaba también con los resultados obtenidos por el método de aberturas mínimas.⁴²

No importa aquí la efectividad de los intentos de Gould o la del invento de Zöllner; lo que importa es que todas esas horas de trabajo consumidas en experimentos y construcciones de instrumentos, surgían de problemas prácticos con los que los astrónomos se encontraban en la cotidianeidad de su trabajo de construcción de catálogos. Por lo tanto se conformaban nuevos temas de investigación, aunque ello no aseguraba los objetivos que se proponían. Por otra parte, el propio Gould era consciente del paralelismo entre sus intentos y el fotómetro ya inventado, que poseía en el establecimiento cordobés, por eso aclaraba:

Es verdad que tenía un fotómetro de la construcción Zoellner, que este físico eminente, con la mayor amabilidad, había mandado hacer para mí, y enviar a Córdoba; pero (...) habría necesitado una cantidad de observaciones e investigaciones preliminares para la cual no había tiempo disponible, aun cuando las circunstancias hubiesen sido propicias bajo otros aspectos. Por lo tanto, dirigí mis esfuerzos a la continuación y extensión del mejor sistema de magnitudes que existía, esperando a la vez poder determinar más tarde, por medio de indagaciones independientes, la razón de la brillantez correspondiente a este sistema.⁴³

En este caso, se confirma algo esbozado al discutir las interpretaciones de Lankford sobre la incorporación de trabajo descalificado en las prácticas astronómicas. No era

simplemente una cuestión de que los instrumentos fueran cristalizando saberes humanos y desplazando el trabajo cualificado. La incorporación del nuevo instrumento suponía una reestructuración de los procesos de trabajo que no se haría de una manera inmediata. Entre otras cosas esto ocurría porque surgía la necesidad, no sólo de nuevos saberes para construir dichos aparatos, sino de nuevas habilidades para manejarlos adecuadamente y para poder adaptar el tipo de nuevos datos producidos al tipo de los producidos anteriormente. Según Gould, el invento de Zöllner por el momento implicaba un tipo de trabajo que debía ser postergado, porque la convención en la escala de magnitudes incorporada en el instrumento, no era la misma que la de los catálogos utilizados como guía.

En el capítulo seis de la *Uranometría* retomaba el tema y formulaba una propuesta respecto a la elaboración de comparaciones adecuadas para poner en relación el trabajo que él estaba llevando adelante con las recientes y antiguas mediciones fotométricas:

Ya se ha dicho que según mi plan originario debían hacerse medidas del brillo relativo de un número considerable de estrellas por medio del astrofotómetro de Zöellner, y una comparación de los resultados con nuestras determinaciones de magnitud, para establecer definitivamente alguna fórmula que exprese la relación entre nuestra escala y el valor numérico del brillo deducido de las observaciones fotométricas. Esto no me ha sido posible todavía, debido al mucho trabajo que han requerido otros estudios; sin embargo, no abandono aún la esperanza de llevar a cabo esta idea.⁴⁴

Debe tenerse presente que el invento de Zöllner era muy reciente como para que hubiera redundando en catálogos importantes que lo utilizaran como referencia. Lo cierto es que no sería Gould el primero construirlos, aunque, previendo la tarea, precisaba que debía tenerse mucho más cuidado en el establecimiento de las primeras estrellas que luego servirían de referencia para las demás. Señalaba que había llegado a la conclusión de que sus determinaciones de magnitudes tenían que hacerse mediante apreciaciones comparativas de la brillantez, “sin recurrir a medidas instrumentales, ni emplear ninguna razón empírica para la cantidad relativa de luz correspondiente a los grados sucesivos” y que esto había hecho “mucho más notable la importancia de adoptar tipos fidedignos”.⁴⁵

En una quinta forma, el problema también se detectaba y organizaba formas de presentar el trabajo de observación, aunque no se atinaba a esbozar una solución unívoca para el mismo. Gould enfocaba el problema de las diferentes apreciaciones sobre el brillo de las estrellas según el lugar del cielo en el que estas se encontraran. Advertía que en tales casos un mismo observador podía asignar diferentes magnitudes a las mismas estrellas.⁴⁶ Este hecho, sumado a la importancia que Gould concedía a la determinación de la magnitud del brillo de las estrellas, fijó criterios de organización de los procesos de trabajo. Así, se separaron las constelaciones para cada uno de los tres libros en los que se registraban las observaciones, manteniendo a cada una de ellas en el orden de declinación. De estos libros, el primero contenía las 27 constelaciones más australes, el tercero las 22 situadas más al norte, y el segundo las 17 que se encontraban entre el primero y el tercero. Allí se constataba que no sólo había ‘ecuaciones personales’, sino que éstas variaban para las observaciones del mismo individuo en diferentes partes del cielo.

En estas cinco maneras de atacar el problema, Gould sabía que estaba confirmando alternativas que la astronomía internacional ya había establecido, sin embargo, aseguraría respecto a este inconveniente:

Pero, no obstante todas las influencias que pueden haber afectado la constancia de las varias discordancias, me parece sumamente pequeño el importe total de ellas, sea que se consideren las diferencias entre los respectivos observadores y el promedio de todos, o las variaciones de cualquier observador desde su propio término medio.⁴⁷

Seguramente el problema era disminuido por el director. Sin embargo, el tema tenía suficiente importancia en las prácticas de los germanos a los que Gould constantemente se refería, como para que le dedicase a la `ecuación personal` muchas de las páginas de la *Uranometría* que finalmente se publicó en 1879.⁴⁸

Aunque a veces se suponía que los errores estaban ligados a la falta de disciplina, de entrenamiento o de los instrumentos adecuados y, otras veces, el problema de la `ecuación personal` era disminuido y no parecía afectar los resultados de la observación más que en la aplicación de un cálculo de promedio que salvaba los errores; el tópico merecía tal atención que ordenaba la manera en que se registraban y volcaban las observaciones realizadas. Lo que es señalado por Hoffman para Bessel en la primera mitad del XIX seguía ocurriendo pasadas varias décadas, es decir, la `ecuación personal` aunque no solucionada e inclusive a veces esquivada como problema, comenzaba a constituirse como un objeto de investigación en sí misma en el observatorio de Córdoba.

5. `Ecuación personal`, el cronógrafo y las prácticas instrumentales en el Observatorio de Córdoba.

Para el siguiente trabajo, que empezó en 1872, con el edificio ya construido y los instrumentos instalados, el equipo de Gould incorporaría varios aparatos de registro y observación a sus tareas. El catálogo se observó con un círculo meridiano y se publicó como *Zonas de Observación*. Se trataba de uno de los principales objetivos del plan inicial de Gould.⁴⁹ Esta tarea era señalada en los escritos de la época como la continuación de la empresa iniciada por Lacaille con su pequeño telescopio en el Cabo entre los -23° y los -80° de declinación y, en palabras de Gould, su confección obedecía “al deseo encarecidamente expresado del finado Argelander”.⁵⁰ Sobre las prácticas instrumentales involucradas en esta tarea, el director señalaba que:

(...) El instrumento tiene el campo de visión de siete grupos de hilos de araña paralelos cuyas respectivas distancias del centro del campo han sido prolijamente determinadas por medio de numerosas observaciones (...) de esta manera, cualquiera que sea el grupo de los hilos en el que se observa el tránsito de una estrella, podrá ser fácilmente computado el tiempo correspondiente de tránsito y el centro del instrumento.⁵¹

La descripción de los hilos en los oculares del instrumento, mostraba como este se correspondía con los estándares exigidos por las prácticas astronómicas de la época: las estrellas se observaban pasando por varios de los hilos, y luego se calculaba la reducción al hilo central, que era el que marcaba el tránsito de la estrella por el meridiano local. Recordemos que las `ecuaciones personales` en la medición de las coordenadas de las estrella se producían al percibir tiempos distintos para los tránsitos

de las estrellas a través de estos hilos. Por eso, la precisión en las distancias entre éstos permitía promediar sucesivas `ecuaciones personales´ para un mismo observador para una sola estrella. Debe tenerse en cuenta que la equivocación de un segundo en el tiempo de tránsito equivalía, trasladado a los cálculos de longitud terrestre, aproximadamente a medio kilómetro. Gould no sólo tenía un instrumento adecuado, además estaba entrenado en las disposiciones corporales y ritmos considerados necesarios para la correcta utilización del instrumento, así como en las convenciones respecto a cuántas determinaciones de medida correspondía tomar para cada estrella según la ocasión.

(...) El círculo graduado, destinado a la medición de las declinaciones es leído por medio de microscopios colocados en un marco que descansa sobre uno de los pilares de piedra que sostienen el instrumento. Hay cuatro microscopios que distan noventa grados el uno del otro y todos ellos son leídos y tomado su término medio en las observaciones regulares (...) pero cuando en la observación de una zona se suceden las estrellas con demasiada rapidez para que sea posible la lectura de todos los microscopios, hay que servirse de uno solo (...) De esta manera el observador que se halla delante del microscopio retiene la misma posición en todo el tiempo de las observaciones de una forma y para evitar que el calor del cuerpo produzca a la larga alguna acción expansiva sobre el material (...) se sienta a cierta distancia (...)⁵²

Al hablar de las primeras observaciones hechas con el círculo meridiano para las zonas, el director explicaba que había supuesto que siguiendo esta dinámica y alternándose convenientemente los observadores, no sería difícil deducir sus respectivas `ecuaciones personales´, de manera que pudieran combinarse, sin error, los diferentes resultados. “Pero muy poca experiencia bastó para demostrar que semejante esperanza era vana (...)”⁵³

Por otro lado, el cronógrafo eléctrico había sido introducido en las prácticas internacionales y estaba en debate si el aparato permitía eliminar los problemas derivados de las diferencias personales en los registros de tránsito de las estrellas. Ya dijimos que el cronógrafo fue señalado por algunos estudiosos como uno de los instrumentos en el que los astrónomos depositaron su confianza en el camino de intentar eliminar la `ecuación personal´. Gould describía con precisión el cronógrafo, haciendo referencia a la velocidad homogénea a la que giraba el cilindro del aparato sobre el que una pluma marcaba el paso del tiempo sobre un papel y cómo los astrónomos registraban sobre ese gráfico las ascensiones rectas. Gould volvía a mostrar su interiorización, no sólo con el funcionamiento de los instrumentos utilizados por astronomía de punta, sino con las disposiciones corporales adecuadas para el uso de estos nuevos aparatos. La tarea debía ser coordinada por dos astrónomos de tal manera de lograr patrones de observación adecuados a las prácticas contemporáneas:

(...) una llave con la que puede interrumpirse la corriente facilita al observador el registro del tiempo sobre el cronógrafo (...)⁵⁴ “(...) El observador está reclinado sobre una silla mecánica que puede acomodarse (...) hasta que le permita apoyar la cabeza a una altura cualquiera (...) tiene en su mano derecha la llave de las señales telegráficas y en la izquierda el mango de una pieza de hierro destinada a elevar o deprimir el telescopio (...) él dice entonces al asistente que se halla en el microscopio la magnitud de la estrella observada y el grupo de hilos sobre el que se anota el tránsito.”⁵⁵

Al accionar la llave de las señales, el observador levantaba la pluma y dejaba constancia del tiempo de pasaje de la estrella en cuestión. Se suponía que esta operación permitía eliminar el error del método anterior en el que se debía oír el péndulo de un reloj para captar el paso del tiempo. Sin embargo, recordemos que Safford señalaría un tiempo después que los errores de oído podían trasladarse a errores cronográficos. Éstos se producían porque al tocar el botón, que estaba encargado de marcar el momento justo en la tira de papel del cilindro, no todos lo hacían al mismo tiempo, inclusive se detectaban diferencias entre observaciones de un mismo astrónomo en registros de distintos momentos

El grupo del observatorio cordobés contribuía explícitamente con datos a las investigaciones internacionales que tenía a las `ecuaciones personales´ en la determinación de las coordenadas de las estrellas como objeto de indagación así como a las condiciones materiales de la observación.⁵⁶ Esto ocurría en medio de la elaboración de estos catálogos que pretendían que fuesen más precisos que la *Uranometría*, contruidos con la incorporación de telescopios y cronógrafos.

Se han hecho observaciones (...) prolijas con el objeto de averiguar las diferencias entre las ascensiones rectas que se determinan con empleo del cronógrafo y aquéllas que resultan del antiguo método de observación á ojo-y-oído. Igualmente se han hecho muchas para cubrir el efecto que el brillo de una estrella pueda producir sobre observaciones de su posición. Al mismo tiempo se ha seguido sistemáticamente a reobservación de todos los casos de discordancia descubiertos en las zonas, para poder resolverlos y corregir errores.(...) También están haciéndose varias investigaciones colaterales respecto al instrumento, á las estrellas fundamentales, á las constantes de la refracción que se han empleado, á las escalas empleadas por los diferentes observadores en sus apreciaciones de la magnitud de las estrellas telescópicas, á las diferencias personales de los mismos en las observaciones hechas á ojo-y-oído, etc ⁵⁷

Aquí el trabajo cordobés avanzaba en los intentos de la astronomía internacional por hacer experiencias con los dos métodos aún solapados en las prácticas - el de ojo y oído y el cronográfico. Estas notas apuntaban a determinar nuevas formas de organización del trabajo que pudieran, si no solucionar el problema, al menos dar cuenta detallada de su existencia. Más aún, una importante porción de los volúmenes de la publicación final estaría dedicada a detallar la evolución de ese nuevo campo de investigación. Como en otros observatorios del mundo, la diferencia entre los métodos se había transformado en objeto de estudio.⁵⁸ Gould muestra como los errores se convertían en objeto de nuevas áreas de investigación:

se hace menester entrar en tres investigaciones distintas: 1. Las `ecuaciones personales´ en las observaciones cronográficas; 2. Las mismas en los pasages observados á ojo-y-oído, los que en el caso actual han sido solamente para estrellas de declinacion relativamente alta; 3. Las reducciones que deben aplicarse á las ascensiones rectas determinadas por ojo-y-oído , para que estas se hagan homogéneas con el gran total de las determinaciones cronográficas. ⁵⁹

Las nuevas investigaciones tenían su método, y se alegaba que de no seguirlo, reaparecerían las subjetividades, entrando por la ventana lo que antes había salido por la puerta. Gould explicaba que la mayor parte de las comparaciones realizadas para reducir

las `ecuaciones personales´ se habían hecho con determinaciones que se hacían sin el conocimiento de que las observaciones habrían de someterse á confrontaciones y exámenes especiales y que por lo tanto parecía no haber sido influida inadvertidamente la manera de observar a causa de ello. Sin embargo como en algunos casos ello no había sido cumplido, los resultados parecían indicar “la existencia de tal influencia”.⁶⁰ Aquí, por primera vez se nota algo del orden de lo `psicológico´ que alteraría el registro de las observaciones, el observador que se sabía controlado producía distintos resultados, de todas maneras no era el enfoque principal para el problema. Lo cierto es que Gould hacía observar los cielos regularmente por ambos métodos y elaboraba tablas de registros de estrellas en cuyas columnas colocaba la posición hallada y, en las filas, a los observadores designados por sus iniciales, al cruzar datos obtenía diferencias máximas y mínimas entre posiciones encontradas por distintos observadores. Evaluaba también si estas diferencias aumentaban o disminuían acorde a la declinación y si influían en las mismas la magnitud del brillo de las estrellas.

En el caso de las `ecuaciones personales´ de las observaciones á ojo-y-oído, Gould afirmaba que las diferencias personales eran de un orden de magnitud tal que hacía forzoso que se las tomase en cuenta, llegando a exceder a veces el medio segundo. Por otra parte, tal como Safford señalaría después, Gould sostenía que las observaciones cronográficas eran especialmente susceptibles a ciertas fuentes de errores. En particular señalaba que la determinación de la ascensión recta era influida por la magnitud de la estrella. Remitía a la verificación en las determinaciones telegráficas de longitud hechas en estados Unidos entre los años 1852-1865 y a la determinación de la longitud entre Europa y América en 1866. Citaba al respecto las palabras del astrónomo Gill “parece que tenemos implicada aquí una influencia que no existe en el método de observación á ojo-y-oído; es decir, un esfuerzo (generalmente desapercibido) del juicio, según el cual muchos, y quizás la mayor parte, de los observadores hacen la señal en la llave manipuladora, no en el instante en que ven la estrella sobre el hilo, sino en un momento anterior tal que, según su apreciación, el efecto se reproduzca en el instante mismo que quieren registrar, y después del trascurso de un intervalo de volición y otro intervalo de contracción muscular...”⁶¹ Gould intentaba salir rápidamente del brete, diciendo que era claro que el método verdadero que debía seguirse consistía en dar la señal en aquel “instante en que la estrella se ve realmente dividida por el hilo”⁶² Aventuraba que entonces, por grande que fuese la diferencia con otros observadores, la `ecuación personal´ quedaría constante y sin estar afectada de muchas influencias extrañas que de otra manera no dejarían de ejercer sus efectos perturbadores.

Sin embargo, la solución no era tan sencilla como la pintaba Gould; él mismo reconocía que el sistema erróneo de observar, que se manifestaba en las diferencias de ascensión recta, se complejizaba entre estrellas de distintas declinaciones o magnitudes disímiles. Por un lado, `ecuaciones personales´ mucho mayores se verificaban para las estrellas de tránsito lento (inferiores a 60°) y por lo tanto, era menester que las `ecuaciones personales´ ya deducidas se apliquen sólo a esos casos. Por otro lado, verificaba la tendencia a observar la más brillante de las estrellas anticipadamente. Es decir que estaban aumentadas todas las ascensiones rectas, puesto que las estrellas fundamentales generalmente eran mayores que aquellas cuyas posiciones se tenían que determinar. Inclusive aceptaba que había indicios de que algunas de sus propias observaciones habrían sido especialmente afectadas, ya que, puestas en confrontación con las del catálogo general, resultaba que necesitaban de correcciones negativas.⁶³ Este problema determinó en los programas de trabajo que se examinaran por separado los resultados proporcionados por los distintos brillos de las estrellas; éstas se dividieron en tres categorías a fin de permitir investigaciones independientes para cada grupo.⁶⁴ Para

descifrar la relación existente entre el brillo y la `ecuación personal`, Gould proponía un programa que no llegó a desarrollar: o bien comparar las `ecuaciones personales` de varios observadores para estrellas de diferentes brillos o bien que los observadores disminuyan la magnitud aparente de la estrella “artificialmente, disminuyendo la abertura del telescopio” confrontando así la ascensión que se obtiene con la abertura entera y con la disminuida.⁶⁵

En todo caso, debido a todas las incertidumbres que el uso del cronógrafo implicaba, Gould tuvo el cuidado de dejar constancia de a qué estrellas se observaban con qué métodos. Dependiendo de la declinación de la estrella se la registraba cronográficamente o con el método de ojo-y-oído. No siendo las `ecuaciones personales` iguales para un mismo observador en uno y otro método, había luego que determinar las correcciones necesarias para que los pasajes señalados fuesen congruentes. Gould aclaraba que no se trataba de una ecuación simple y que ella además cambiaba para diferentes observadores. Como la misma estrella a lo largo de los tres años era observada por uno y otro método, el equipo de Gould procedió a comparar los resultados y estableció las diferencias que le correspondía a cada uno de los observadores. La diferencia promedio era de 0,114 segundos. Gould era el que menor diferencia presentaba con 0,077 segundos siguiéndole Thome con 0,085.⁶⁶ Este promedio fue utilizado para corregir todos los pasajes observados a ojo-y-oído, con independencia de quien lo hubiese registrado, en palabras de Gould: “Así ha parecido que lo mejor es no aplicar ninguna corrección personal, sino solamente una general para convertir a la escala cronográfica todos los pasajes que se observaron á ojo-y-oído”⁶⁷ Respecto a la coherencia de los valores obtenidos así por los dos métodos, Gould advertía: “generalmente han sido necesarias modificaciones casi arbitrarias con este objeto. No obstante esto, me hallo bastante confiado en que las correcciones adoptadas se acercan mucho á la verdad; y en aquellos casos en que se han hecho modificaciones de alguna importancia, existe casi siempre testimonio independiente en su favor”⁶⁸ Pese a todos los reparos, en el volumen siguiente, hacía una apuesta a la implementación del nuevo método: “Un estudio esmerado de todos los datos proporcionados por las observaciones del año pone de manifiesto que las `ecuaciones personales`, en las hechas cronográficamente, eran en todos casos pequeñas y, desechables”.⁶⁹ Como señala Hoffman, contradictoriamente a veces el problema se detectaba sólo para después hacer caso omiso del mismo.

Si todo este trabajo costaba la determinación de ascensionces rectas y declinaciones, menos empeño se ponía en la exactitud de la determinación de magnitud de las estrellas. En este sentido se invertía la cuestión en relación a lo que había ocurrido en la *Uranometría* en donde se buscaba una precisión en la medición del brillo de hasta un décimo de unidad. Gould admitía que las magnitudes del Catálogo no habían sido de ninguna manera deducidas de las apreciaciones hechas en el momento de la observación, que un gran número de ellas habían sido definidas para la Uranometría, que otras se estimaron con menos prolijidad y no siempre durante su pasaje por el meridiano, y que al hacerse después por el telescopio, se habían determinado solo hasta el cuarto de unidad.⁷⁰ Concluía que:

La parte de las determinaciones, en las zonas, en la cual tengo menos confianza es en las apreciaciones de las magnitudes. Nadie que no haya sido enseñado por la experiencia, podrá comprender debidamente cuan difícil es para el observador asignar valores que satisfagan aun á él mismo. Pues toda su atención le es necesaria par registrar los paasges por los varios hilos, para verificar la dirección del telescopio en declinación, y para elegir el grupo en que ha de observarse la

estrella que sigue, ó prepararse á mover el telescopio en busca de otra, luego que se hay anotado la declinación de la última. En tales circunstancias, raras veces he procurado hacer las apreciaciones de magnitud con mayor aproximación que hasta medias unidades; ni he podido tener confianza ninguna en la seguridad de ellas aun hasta este límite (...) La influencia excesiva de las condiciones subjetivas me ha llamado la atención repetidas veces. En varias ocasiones al observar zonas mientras padecía de dolor de cabeza, sobre-estimé el brillo de todas las estrellas sistemáticamente, casi ó totalmente por una unidad de magnitud

De cualquier manera Gould sabía que estaba moviéndose dentro de los límites de la práctica astronómica de su época y se justificaba señalando que ya Argelander decía que apreciar las magnitudes de las estrellas vistas por telescopio, era uno de los problemas más difíciles de la astronomía:

La impresión hecha en el ojo por la luz de ellas es de tal manera influenciada por el estado de la atmósfera, por el mayor ó menor alumbramiento del campo de vista, por el grado de cansancio del ojo, y por otras circunstancias accidentales, que toda determinación se hace muy incierta á causa de esto. Además debe agregarse que la imagen de la estrella anterior queda aun delante de la vista ejerciendo influencia involuntaria sobre la apreciación de la que sigue, así cuando una mas brillante sigue á una mas débil, la apreciamos demasiado brillante, y vice-versa

En tanto estas disimilitudes seguían existiendo, Gould proponía un promedio para las coordenadas y una aproximación para los órdenes de magnitud que finalmente quedarían registrados en los catálogos. El índice de productividad de este trabajo estaba dado por la cantidad de estrellas que eran observadas: según Gould se “(...) observan más ó menos 180 por hora, tres por minuto determinando momentos del tránsito, magnitud y declinación”.⁷¹ Se cumplía así con los patrones internacionales del trabajo científico en la materia. Finalmente, la obra fue publicada como los *Catálogos de las Zonas Estelares* y contenía la determinación de la posición de 73.160 estrellas. Paralelamente se hizo una serie independiente de observaciones: el total fue de 155.000. La serie fue completada en 1885 y publicada en 1886, para el primer *Catálogo General Argentino* que contenía 32.448 estrellas.⁷²

6. *Perspectivas para el debate*

Hoffman señala que Sanford tuvo razón en 1888 cuando advertía que los astrónomos no habían prestado mucha atención a este aspecto del problema a pesar de las notas de Bessel, pero afirma que no tuvo razón en decir que no tuvo consecuencias. De hecho la aclaración, dice Hoffman, frecuente a nota de pie, de que las observaciones eran hechas por un mismo astrónomo tenía que ver con marcar las diferencias personales entre diferentes observadores, y luego, en París o en Greenwich, cuando eran cuatro los ayudantes, se añadió una columna a las coordenadas para indicar qué observador había tomado qué datos. Estas eran consecuencias de los planteos de Bessel, aunque recién el problema bajo el título de `ecuación personal´ reapareciera décadas después, según Hoffman, cuando más que una respuesta a un problema urgente, fuera una reacción a un desorden auto-generado debido a un `estilo de trabajo´ que intercalaba

distintos observadores para la misma serie de observaciones, pese a que Bessell siempre había recomendado que no se hiciera.

En el observatorio de Córdoba el tópicus ya existía como 'ecuación personal' y efectivamente era una respuesta a un desorden autogenerado- por la escala de las tareas en realidad, más que por un 'estilo de trabajo'- no obstante, el esquema de Bessel se repetía: a veces no se profundizaba en la comprensión del fenómeno, pero el intento de comprenderlo fijaba pautas de observación y registro que incidían en la organización del resto del trabajo y orientaba las formas de expresar los resultados obtenidos. Es cierto que Gould no avanzaba mucho en la comprensión del problema de la 'ecuación personal', que sus respuestas eran oscilantes y ambiguas -si no contradictorias-, que se debatía constantemente respecto de los procedimientos a los que parecía adherir y que en muchos pasajes sugería no estar conforme con los remedios que él mismo proponía. Este tipo de derroteros, en donde el obstáculo es rebatido desde diferentes perspectivas, ya sea que se lo intente moldear por reglas de trabajo, eliminar por reemplazos instrumentales, resignar gracias a acuerdos de promedio o directamente ignorar pese a haber sido advertida su presencia, demuestra la incomodidad de los directores de los observatorios de fines del siglo XIX en la búsqueda de soluciones a este conjunto de piedras en el camino que han convenido en llamar 'ecuaciones personales'. Sin embargo, no parece que el director fuera perdiendo el control del fenómeno, más bien parece ir encontrando formas variadas de controlar el problema. En el esfuerzo por eliminar los errores, la consideración hacia los observadores alternaba entre el intento de calibrarlos y describirlos como un instrumento más - o como partes del mismo-; la tentativa de reemplazarlos a través de la incorporación de nuevos instrumentos y el depósito de confianza en la cualificación de alguno de ellos que actuaba contralando a los demás. Lo que señalan Hoffman y otros como distinto del acto de disciplinar, es decir, encuadrar los errores de los observadores como errores de los instrumentos, también habilita la disciplina, en el sentido que permite un control de los ritmos y tiempos de trabajo por fuera de la conciencia de quien lo está ejerciendo de manera directa. Una vez hecha la aclaración, vale lo señalado por Schaffer y otros acerca de la asociación entre ajuste disciplinar, reemplazos instrumentales y 'ecuación personal' en la organización del trabajo de los principales observatorios.

REFERENCIAS

¹ Para aproximaciones a la historia del observatorio desde su fundación ver: Bernaola, Omar, *Enrique Gaviola y el Observatorio Astronómico de Córdoba. Su impacto en el desarrollo de la ciencia argentina*, Saber y Tiempo, (Buenos Aires, 2001); Chaudet, Enrique, “Benjamin Apthorp Gould”, *Revista de la Universidad de Córdoba*, (1924); *La evolución de la Astronomía durante los últimos cincuenta años (1872-1922). Evolución de las ciencias en la República Argentina*, Sociedad Científica Argentina, (Buenos Aires, 1926); Comstock, George, *Biographical Memoir Benjamin Apthorp Gould 1824-1896*, National Academy of Sciences, Vol. XVII, (Washington, 1922); Ferrari, Roberto, “Carl Schultz-Sellack (1844-1879) y los orígenes de la fotografía astronómica en la Argentina”, *Saber y Tiempo*, Nº 11,(2001), 71-101; Hodge, John “Benjamin Apthorp Gould and the Founding of the Argentine National Observatory”, *The Americas*, Vol. 28, Nº 2, (New York, 1971), 152-75; Keenan, Philip, “The earliest National Observatories en Latin America” en *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 22, Part 1, Nº 67, Science History Publications Ltd., Cambridge, (England, 1991), 21-31; Orchiston, Wayne, “Southern Hemisphere Astronomy”, *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 21, Part 3, Nº 65, (1990), 305-7; Paolantonio, Santiago y Minniti, Edgardo, *Córdoba Estelar. De los sueños a la Astrofísica. Historia del Observatorio Nacional Argentino*, Universidad Nacional de Córdoba, (Córdoba, 2009); Paolantonio, Santiago y Minniti, Edgardo “Uranometría Argentina. 2000. Historia del Observatorio Nacional Argentino”, Observatorio Astronómico de Córdoba, (Córdoba, 2000); Pyenson, Lewis; *Cultural imperialism and exact Sciences: German expansion Overseas 1900-1930*, (Nueva York y Berna, 1985); Rieznik, Marina, *Los cielos del Sur. Los obseratorios astronómicos de Córdoba y de La Plata (1871-1920)*, Prohistoria, (Rosario, 2011); Sociedad Científica Argentina, *La evolución de las Ciencias en La República Argentina 1923-1972*, Tomo VII, Astronomía, (Buenos Aires, 1979).

² Canales, Jimena “Exit the frog, enter the human: physiology and experimental psychology in nineteenth-century astronomy”, *The British Journal for the History of Science*, Vol. 34, Part 2, Nº 121, (2001), 171-97 ; Rogers, William, “The German Survey of the Northern Heaven”, *Science*, Vol. 2, Nº 29, (1883), 229-37; Sanford, Edmund, “Personal Equation”, *The American Journal of Psychology*, Vol. 2, No. 1 (Nov., 1888), 3-38; Sandford, Edmund, “Personal Equation”, *The American Journal of Psychology*, Vol. 2, No. 3 (May, 1889) 403-30 y Sanford, Edmund, “Personal Equation”, *The American Journal of Psychology*, Vol. 2, No. 2 (Feb., 1889), 271-98; Stauber mann, Klaus, “Making stars: projection culture in nineteenth-century German astronomy”, en *The British Journal for the History of Science*, Vol. 34, Part 4, Nº 123,(2001), 439-51.

³ Rieznik, Marina, *op.cit.*, (ref.1), en relación a la noción de construcción de los objetos científicos ver Rheinberger, Hans-Jörg., “A Reply to David Bloor: ‘Toward a Sociology of Epistemic Things’”, *Perspectias on Science*, Vol. 13, Nº 2, (2005), 406-10.

⁴Lankford, John, *American Astronomy: Community, Careers, and Power, 1859-1940*, University of Chicago Press, Chicago, 1997.; Schaffer, Simon, “Astronomers mark time: discipline and personal equation”, en *Science in Context* 2, (1988), 115-45.

⁵ Schaffer, *op. cit.*, (ref. 4)

⁶ Lankford, *op. cit.*, (ref. 4)

⁷ Schaffer, *op. cit.*, (ref. 4); Hoffman, Cristoph, “Constant differences: Friedrich Wilhelm Bessl, 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*, Vol. 40, (2007), 333-66.

⁸ Hoffman, *op.cit.*, (ref. 7)

⁹ Daston, Lorraine y Galison, Peter, *Objetivity*, Zone Books, (Nueva York, 2007) Cfr. Canales, *op.cit* (ref.14) El siglo XIX como etapa de la historia de la `objetividad´ moderna, estaría según Daston y

Galison, signada por el intento de dejar a un lado la intervención subjetiva, temperamental, propia de los caracteres individuales, en el registro científico, para ello se intentaba controlar al observador para que pudiera hacer que su juicio no intervenga en el registro. La aceptación de la enorme importancia del juicio entrenado en la constitución de la objetividad actual pertenecería a una etapa posterior.

¹⁰ Cfr. Hoffman, *op.cit.*, (ref. 7); Schaffer, *op. cit.*, (ref. 4); Canales, *op. cit.*, (ref. 2)

¹¹ Bachelard, Gaston, *The New Scientific Spirit*, Beacon Press, (Boston, 1984)

¹² Rogers, *op. cit.*, (ref. 2)

¹³ Hoffman, *op.cit.*, (ref. 7)

¹⁴ El intento no era propio sólo de la astronomía, ya desde el siglo XVIII como recuerdan Podgorny y Schäffner, diversas sociedades y academias europeas produjeron incontables guías que procuraban educar la vista y los gestos del viajero-colector de una naturaleza distante y que consistían en procedimientos que se debían seguir en la recolección de plantas, animales y minerales o en el uso de instrumentos. Como los naturalistas viajeros en territorios poco explorados, los germanos con sus instrucciones pretendían asegurar la afluencia de una enorme masa de datos de nuevas regiones estelares y, en el mismo proceso, avanzaban en las formas de registrar, procesar y almacenar los mismos. Podgorny y Schäffner señalan que la tendencia a controlar las fuentes de error de observación remite al problema de encontrar un lenguaje apropiado que es indisoluble de la necesidad de una precisión estadística, surgida en el siglo XVIII y expresada a través de mediciones y de la cuantificación de la naturaleza y de la sociedad. En principio estas “instrucciones” estaban encaminadas a garantizar la uniformidad de los datos recolectados a los efectos que no se perdieran en una colección de heterogeneidades, los astrónomos germanos consideraban además que muchas horas del trabajo realizado hasta entonces ya se habían tornado un desperdicio por no haber asegurado esa unidad. Cfr. Podgorny, Irina y Schäffner, Wolfgang, “La intención de observar abre los ojos”. Narraciones, datos y medios técnicos en las empresas humboldtianas del siglo XIX”, en *Prismas*, N° 4, (2000), 217-27.

¹⁵ Gould, Benjamin Apthorp, “Observaciones del año 1872”, en *Resultados del Observatorio Nacional Argentino*, Vol. II, Coni, (Buenos Aires, 1884) p. 47

¹⁶ Hoffman, *op.cit.*, (ref. 7)

¹⁷ Chapman, Allan, “The accuracy of angular measuring instruments used in astronomy between 1500 and 1850”, *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 14, (1983), 133-7.

¹⁸ Staubermann, *op.cit.*, (ref. 2)

¹⁹ Canales, *op. cit.*, (ref. 2), Safford, Truman, “The Psychology of the Personal Equation”, *Science*, New Series, Vo.6, N° 152, (1897), 784-788; Sanfford, Truman, “The Psychology of the Personal Equation”, *Science*, New Series, Vo.4, N° 84, (1896), 170-1.

²⁰ Chapman, Allan, “The accuracy of angular measuring instruments used in astronomy between 1500 and 1850”, en *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 14, (1983), 133-7.

²¹ Daston, Lorraine y Galison, Peter, *op cit* (ref.9); Cfr. Canales, *op.cit* (ref. 2)

²² Sloten, Hugh, “ The dilemas of science in the United Status: Alexander Dallas Bache and the U.S. coast survey” *Isis*, 84, (1993), 26-49, 41-2

²³ Canales, *op. cit.*, (ref. 2)

²⁴ Schaffer, *op. cit.*, (ref. 4),

²⁵ Safford, *op. cit.*, (ref. 14) (1896, 1897)

²⁶ Lankford, *op. cit.*, (ref. 4)

²⁷ Hodge, *op.cit.* (ref. 1). Sin embargo, señalemos que, aún antes de ello, Gould debía asegurarse que sus ayudantes se transformaran en observadores con capacidad de producir errores provenientes de sus 'ecuaciones personales', y no de una falta de asimilación de las reglas básicas de trabajo.(Cfr, Rieznik 2011)

²⁸ Gould, Benjamin Apthorp, "Uranometría Argentina. Brillantez y Posición de las estrellas fijas, hasta la séptima magnitud", *Resultados del Observatorio Nacional Argentino en Córdoba*, (1879), (capítulo uno, s/n)

²⁹ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo uno s/n

³⁰ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo uno s/n

³¹ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo tres s/n

³² Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo uno s/n

³³ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo tres s/n

³⁴ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo dos s/n

³⁵ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo tres s/n

³⁶ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo tres s/n

³⁷ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo uno s/n

³⁸ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo uno s/n

³⁹ Staubermann, *op.cit.*, (ref. 2)

⁴⁰ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo tres s/n

⁴¹ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo uno s/n

⁴² Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo tres s/n

⁴³ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo uno s/n

⁴⁴ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo cinco s/n

⁴⁵ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo dos s/n

⁴⁶ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo cuatro s/n

⁴⁷ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo cuatro s/n

⁴⁸ Gould, *op.cit.*, (ref.26) capítulo cuatro s/n

⁴⁹ Chandler, Seth, "The Life and Work of Dr. Gould", *Science*, Vol. 4, N° 103, 1896, pp. 885-890; Gould, Benjamin, "Observaciones del año 1874", en *Resultados del Observatorio Nacional Argentino*, Vol. V, Coni,(Buenos Aires,1886)

⁵⁰ Gould, Benjamin, "Observaciones del año 1872", en *Resultados del Observatorio Nacional Argentino*, Vol. II, Coni, (Buenos Aires, 1884) p.15

⁵¹ Gould, Benjamin , *Copiador 3*, manuscrito, Observatorio Nacional Argentino (Córdoba, 1878-1888) p. 458.

⁵² Ibidem

⁵³ Gould, *op.cit.*, (ref. 48) p. 43

⁵⁴ Gould, *op.cit.*, (ref. 49) p.458

⁵⁵ Gould, *op.cit.*, (ref. 49) p.458

⁵⁶ Hoffman, *op.cit.*, (ref. 7)

⁵⁷ Gould, *op.cit.*, (ref. 49), p.86

⁵⁸ Hoffman, *op.cit.*, (ref. 7)

⁵⁹ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.14

⁶⁰ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.15

⁶¹ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.141

⁶² Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.141

⁶³ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.46

⁶⁴ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.141

⁶⁵ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p. 165

⁶⁶ Gould, *op.cit.*, (ref. 48) p.44

⁶⁷ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.18

⁶⁸ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.19

⁶⁹ Gould, Benjamin Apthorp, “Observaciones del año 1875”, en *Resultados del Observatorio Nacional Argentino*, Vol. IX, Coni (Buenos Aires, 1887) p. 19

⁷⁰ Gould, *op.cit.*, (ref. 47) p.60

⁷¹ Gould, *op.cit.*, (ref. 49) p. p. 458.

⁷² Chandler, *op. Cit.*, (ref.47)