



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Filosofía y Humanidades
Departamento de Ciencias Históricas

Astronomía y cartografía: usos y apropiaciones del conocimiento astronómico
en la práctica científica. El caso de la Comisión Exploradora del Desierto de
Atacama (1883-1891)

Informe de Seminario de Grado para optar al grado de Licenciado en Historia
Seminario de Grado: La burocratización del saber: ciencia y gobernanza en América Latina

Alumnos: Stefan Meier Valenzuela
Joan Cornejo Svensson

Profesor Guía: Carlos Sanhueza Cerda

Enero de 2016

Índice

INTRODUCCIÓN	3
Claves para abordar la historia social de la ciencia	5
Estructura del trabajo	8
1. ASTRONOMÍA Y CARTOGRAFÍA: DOS CARAS DE UNA MISMA MONEDA	10
1.1. Tradición impulsora de la práctica astronómica y cartográfica del siglo XIX	12
1.2. Primeras experiencias de astronomía geodésica y cartografía en Chile	15
2. COMISIÓN EXPLORADORA DEL DESIERTO DE ATACAMA: MEDIADORES QUE HICIERON POSIBLES SUS EXPEDICIONES	19
2.1. El personal: legos y burócratas	20
2.2. Los medios de transporte: máquinas y animales	29
2.3. Los instrumentos: utilidades y limitaciones para el traslado de datos	33
3. PARTICIPACIÓN DEL OAN EN LA COMISIÓN EXPLORADORA DEL DESIERTO DE ATACAMA (1883-1889)	37
3.1. Primera fase: inicio de relaciones y problemas en el OAN (1883 a 1886)	38
3.2. Segunda fase: comunicaciones a cargo de Vergara y Porter (junio de 1887 a junio de 1888)	42
3.3. Tercera fase: la “Comisión de Longitudes” de Alberto Obrecht (junio de 1888 a abril de 1889)	46
3.4. Sumario: de las señales telegráficas iniciales a la determinación precisa de coordenadas	51
CONCLUSIONES	53
GLOSARIO	56
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS	60

ABREVIATURAS

FME: Fondo Ministerio de Educación del Archivo Nacional Histórico de Chile.

OAN: Observatorio Astronómico Nacional.

(*) Todos los términos que en el texto aparecen en **negrita** son definidos y explicados en el glosario.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo estudia el funcionamiento de la “Comisión Exploradora del Desierto de Atacama” y cómo ésta utilizó y apropió el conocimiento astronómico generado en su relación con el Observatorio Astronómico Nacional¹ durante el período 1883-1891. Este interés nace de una revisión bibliográfica de la historia de la ciencia, en donde se evidencia que, durante el siglo XIX, la producción cartográfica y los estudios geodésicos guardaron una estrecha relación con la astronomía, tanto en Europa como en América Latina. Para el caso chileno, durante nuestro período de estudio la institución que estuvo a cargo de las observaciones astronómicas a nivel nacional fue el OAN.

El origen del OAN data de 1852, año en el que el gobierno chileno efectuó la compra de los instrumentos e instalaciones levantadas tres años antes por la expedición naval-astronómica del teniente estadounidense James Melville Gilliss. Este oficial de marina estuvo inserto en una red internacional de observaciones astronómicas, por lo que mantuvo una estrecha relación con científicos de universidades europeas como Christian Ludwig Gerling, matemático de la Universidad de Marburgo, quien le propuso realizar una expedición al hemisferio sur para obtener observaciones astronómicas necesarias para determinar la **paralaje solar** mediante la observación de Marte y Venus².

Luego de efectuada la compra de los instrumentos e instalaciones del observatorio astronómico de Gilliss en el cerro Santa Lucía, el gobierno chileno asumió la administración del OAN. De este modo, a través del Ministerio de Instrucción Pública se designaron directores y funcionarios a sueldo, quienes se encargaron de realizar y administrar las observaciones para luego comunicarlas mediante oficios y publicaciones. Durante esta nueva administración gubernamental puede observarse una tendencia cada vez mayor a establecer con precisión datos sobre el territorio nacional. Desde 1853 se hicieron

¹ En adelante, OAN.

² KEENAN, C. “et al”. 1985. The Chilean National Astronomical Observatory (1852-1965). Santiago de Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, pp. 99-105. Para una historia más detallada sobre el origen y desarrollo del OAN, consultar también: BARROS ARANA, D. 1906. Un decenio de la Historia de Chile 1841-1851. Santiago de Chile, Imprenta Universitaria. Tomo II, pp. 405-409; ALDUNATE, A. 1975. Chile mira hacia las estrellas: pequeña historia astronómica. Santiago de Chile, Editora Nacional Gabriela Mistral, pp. 119-140; MINNITI, E. y PAOLANTONIO, S. 2005. Observaciones en la latitud sur de la América remota. *Saber y Tiempo* (19): 113-125.

frecuentes las observaciones para re-determinar las coordenadas geográficas en las que se localizaba el observatorio, así como las de otros puntos del país³.

Cabe destacar que en relación con este trabajo realizado por el OAN funcionaron una serie de empresas científicas desplegadas en el territorio, manteniéndose entre ellos un constante flujo de datos, instrumentos y personal. Una de estas empresas fue la “Comisión Exploradora del Desierto de Atacama”, dirigida por el ingeniero en minas Francisco San Román, llevada a cabo entre 1883 y 1891⁴. En 1883, a petición del Presidente de la República Domingo Santa María y el Ministro del Interior José Manuel Balmaceda, se formó una comisión encargada de explorar el territorio del desierto de Atacama. Los objetivos de esta comisión, que fueron fijados por un decreto de gobierno, solicitaron realizar una descripción lo más completa posible de este amplio territorio que en su mayor parte había sido recientemente incorporado a Chile luego del conflicto bélico con Perú y Bolivia, lo cual requería un conocimiento preciso de los recursos naturales presentes y los nuevos límites internacionales que se empezaban a trazar:

Se levantará la carta topográfica del desierto con los detalles de su orografía e hidrografía, demarcación de las aguadas naturales y de los puntos en que éstas pueden ser abiertas. [...] Se clasificarán geológicamente los terrenos, habida consideración a su importancia mineralógica, y se reunirán colecciones completas de sus rocas y piedras minerales, detallándose con la precisión posible las corridas y localidades de formación metalífera. [...] Se trazarán en la carta topográfica los caminos que faciliten las comunicaciones del desierto y que mejor se adapten a su fomento y prosperidad industrial.⁵

Esta comisión tuvo como ingeniero jefe a Francisco San Román, quien fue acompañado por un ingeniero geógrafo y un geólogo. La composición del equipo de trabajo fue variando durante las campañas de exploración, de acuerdo al presupuesto que se obtenía desde el Congreso Nacional. Este financiamiento estatal iba acompañado de una obligación, por parte de San Román, de mantener “siempre informado al ministro del Interior de los

³ Para ver en detalle esta tendencia, revisar: KEENAN, “et al”, Op. Cit., pp. 107-120; GRANDÓN, R. 1951. El Observatorio Astronómico Nacional. Anuario del Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad de Chile para el año 1952: 7-35, pp. 16-19; MAZA, J. 2006. Historia de la Astronomía en Chile. En: Curso EH 28B. Santiago de Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía, pp. 6-12.

⁴ CHACÓN, J. 1886. La Quinta Normal i sus establecimientos agronómicos y científicos: paseo de estudio. Santiago de Chile, Imprenta Nacional, p. 96.

⁵ SAN ROMÁN, F. 2012. Desierto i Cordilleras de Atacama. Selección. En: SAGREDO, R. (Ed.). Desierto y Cordilleras de Atacama/ Francisco Javier San Román S. Santiago de Chile, Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, p. 5.

avances de su trabajo.”⁶ Entre los resultados más destacables de esta empresa cabe señalar el levantamiento de un plano cartográfico del desierto de Atacama.

En el año 1887 se dio por finalizada la última campaña de esta comisión, luego de lo cual se canceló el financiamiento directo desde el Estado. Esto se debió a que la comisión pasó a depender de la Sección de Geografía y Minas de la Dirección de Obras Públicas⁷. Esto fue visto por San Román como una dificultad administrativa que entorpecía su labor. No obstante, el ingeniero no cesó sus actividades sino que las continuó, acompañado por un solo colega. En esta nueva situación cobró más importancia el actuar del OAN. Si bien es cierto que el Observatorio había colaborado desde un principio con el proyecto de San Román, fue a partir de 1888 que esta institución envió una delegación presidida por el astrónomo Alberto Obrecht con la finalidad de comprobar la exactitud de los datos obtenidos por la Comisión Exploradora del Desierto de Atacama.

Claves para abordar la historia social de la ciencia

Tradicionalmente, la historia de la ciencia se ha abordado a través de las figuras de los científicos y sus ideas, situándolos como sujetos aislados y excepcionales. Sin embargo, esto pasa por alto la práctica científica que excede con mucho a sujetos particulares. Entenderemos aquí a la ciencia no sólo como un debate de enunciados, teorías y métodos sino “más bien en tanto prácticas colectivas, procesos en los cuales son inherentes ciertos factores sociales amplios y complejos [...]” lo que permite mostrar “los engranajes sociales a través del cual el conocimiento se produce”⁸. De esa forma, nuestra intención es situarnos bajo una perspectiva teórica que muestre la complejidad concreta del *hacer-ciencia*.

Para comprender el fenómeno científico utilizaremos lo que han propuesto ciertos autores bajo el rótulo de ‘sociología de la ciencia’. En específico nos parecen relevantes los planteamientos de Bruno Latour y Karin Knorr-Cetina, quienes entienden que la

⁶ GONZÁLEZ PIZARRO, J. 2012. Francisco San Román y su obra. En: SAGREDO, R. (Ed.). Desierto y Cordilleras de Atacama/ Francisco Javier San Román S. Santiago de Chile, Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, p. xxxiii.

⁷ Para un breve resumen descriptivo de la empresa de San Román, ver: BERMÚDEZ, O. 1958. Las exploraciones del Desierto de Atacama dirigidas por Don Francisco J. San Román. *Revista Chilena de Historia y Geografía* (124): 309-324.

⁸ SANHUEZA, C. 2014. Geografía en acción: práctica disciplinaria de Hans Steffen. Santiago de Chile, Universitaria, p. 18.

producción de conocimiento científico siempre se inserta en amplias redes que involucran a diversos actores. Esto incluye una serie de variables que van desde las posibilidades de financiamiento hasta las posibilidades de funcionamiento. Latour pone énfasis en cómo los científicos deben ser capaces de alinear sus intereses con los de otros actores involucrados para llevar a cabo sus propósitos⁹. Por su parte, Knorr-Cetina enfatiza el carácter localmente situado de la producción científica y cómo ésta depende de “[...] una contextualidad que está más allá del lugar inmediato de la acción.”¹⁰ De este modo, las conexiones tradicionalmente entendidas como “externas” (financiamiento, carrera profesional, etc.) tienen inmediatas repercusiones sobre los aspectos tradicionalmente entendidos como “técnicos” o “internos”¹¹. Según esta autora, toda producción de conocimiento se realiza sobre la base de selecciones que a su vez están basadas sobre previas selecciones, en las cuales se involucran negociaciones y decisiones entre diversos actores¹². En definitiva, lo que nos interesa establecer es que *el conocimiento científico es fabricado en una interrelación de diversos actores con diversos intereses, cuyo desenvolvimiento funciona como una red posible de ser estudiada.*

Para entender el funcionamiento de esta red es necesario referirse a algunos conceptos que Bruno Latour desarrolla para el estudio de la sociedad en el marco de su teoría del actor-red¹³. Según este autor, lo social no debe ser entendido como un dominio específico de la realidad que se explica tautológicamente, sino como “una sucesión de *asociaciones* entre elementos heterogéneos.”¹⁴ En este sentido, lo social se refiere a “*un tipo de relación* entre cosas que no son sociales en sí mismas” y que se re-ensamblan permanentemente¹⁵, lo que da forma a la acción social. Este fenómeno (acción social) se caracterizaría por la convergencia de una enorme cantidad de entidades que se relacionan entre sí y que influyen mutuamente sobre la acción de cada una. Para clarificar esta idea, Latour se sirve de una

⁹ LATOUR, B. 1992. Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad. Barcelona, Labor, capítulo IV.

¹⁰ KNORR, K. 2005. La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia. Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, p. 202.

¹¹ *Ibíd.*, p. 203.

¹² *Ibíd.*, p. 61.

¹³ Para una descripción de esta teoría, ver: LATOUR, B. 2008. Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red. Buenos Aires, Manantial, “Introducción” (pp. 13-35) y “Sobre la dificultad de ser una hormiga (ANT-TAR): Interludio en forma de diálogo” (pp. 205-224).

¹⁴ *Ibíd.*, p. 19. La cursiva es del texto original.

¹⁵ *Ídem.* La cursiva es del texto original.

analogía con la actuación teatral: “Usar la palabra "actor" significa que nunca está claro quién y qué está actuando cuando actuamos, *dado que un actor en el escenario nunca está solo en su actuación.*”¹⁶

Por otro lado, Latour ha denominado con el concepto de *mediadores* a aquellas entidades que re-ensamblan permanentemente los elementos heterogéneos de las asociaciones, lo que permitiría entender el funcionamiento de la acción social. Para esto, el autor ha definido a los mediadores como aquellos actores que “[...] transforman, traducen, distorsionan y modifican el significado o los elementos” implicados en la acción¹⁷. Cabe señalar que los mediadores abarcan una amplia gama de actores que incluyen tanto a sujetos como a objetos (humanos y no humanos)¹⁸, ya que según Latour es solamente la *capacidad de agencia* lo que define a un mediador como tal. Esta capacidad es entendida como la posibilidad de incidir “[...] de alguna manera en un estado de cosas [...]”. O, en otras palabras, que produzca alguna transformación en las asociaciones identificadas y que este movimiento deje “rastros observables”¹⁹. De este modo, cualquier elemento dentro de una red de actores participaría de la acción social en tanto tenga *capacidad de agencia*.

Si aplicamos estos supuestos teóricos a nuestro caso de estudio y la red desplegada en él, podemos señalar que ésta no sólo involucraba a ingenieros y matemáticos. También participaron una serie de actores en apariencia “secundarios” pero que, según el enfoque descrito, tuvieron la misma incidencia o, en términos latourianos, “capacidad de agencia” en la práctica científica: nos referimos a ministros de Estado, marinos, arrieros y funcionarios, pero también a *actores no humanos* como instrumentos, animales, máquinas, etc. De este modo, cada uno de los actores de esta gama puede ser considerado como

¹⁶ *Ibíd.*, p. 73. La cursiva es nuestra.

¹⁷ En su libro *Reensamblar lo social*, Bruno Latour propone dos categorías analíticas para el método de las ciencias sociales: los *intermediarios* y los *mediadores*. Según el autor, un *intermediario* es “lo que transporta significado o fuerza sin transformación: definir sus datos de entrada basta para definir sus datos de salida.” Es decir, se puede considerar como una entidad unitaria aunque internamente esté compuesta por intrincadas relaciones entre sus partes. Los *mediadores*, por el contrario, no pueden considerarse o funcionar como uno solo, sino que pueden ser infinitos, ya que “su especificidad debe tomarse en cuenta cada vez” debido a que “sus datos de entrada nunca predicen bien los de salida”. De este modo, a diferencia de los intermediarios, los mediadores se caracterizan por tener capacidad de agencia en tanto “transforman, traducen, distorsionan y modifican el significado o los elementos que se supone que deben transportar”. Ver: *Ibíd.*, p.63.

¹⁸ Según el mismo Latour, los agentes *no humanos* tienen la misma incidencia en la acción social que los agentes humanos: “La TAR [Teoría del actor-red] no es, de ninguna manera el establecimiento de una absurda “simetría entre humanos y no humanos”. Ser simétrico, para nosotros, simplemente significa no imponer a priori una *asimetría* espuria entre la acción humana intencional y el mundo material de relaciones causales.” Ver: *Ibíd.*, p. 113.

¹⁹ *Ibíd.*, p. 82.

mediador, ya que si alguno ellos faltaba, no estaba interesado o fallaba, la acción se vería modificada y el conocimiento científico resultante también.

Ahora quisiéramos precisar, siguiendo los planteamientos de David Aubin, lo que entenderemos por observatorio astronómico para nuestro caso de estudio. Según este autor, estos lugares reunían diversas observaciones entre las cuales la astronomía sólo habría sido una parte de las más amplias “ciencias de la observación”, dentro de las cuales estaban lo que hoy identificamos como meteorología, física, geodesia, cartografía, etc. Para entender la propuesta de Aubin es necesario suspender la noción predominante en la actualidad de que las disciplinas científicas están claramente separadas según su objeto de estudio. El mismo autor señala que mientras este proceso de separación disciplinaria se realizaba durante el siglo XIX en universidades y academias según criterios arbitrarios, en los observatorios, por el contrario, confluían todas estas “ciencias de la observación”. Es por eso que Aubin señala que la investigación sobre los observatorios permite entender esta confluencia de disciplinas como un todo coherente que trabajaba en pos del estudio del cielo y la tierra²⁰.

Estructura del trabajo

Proponemos como hipótesis que para el éxito de la Comisión Exploradora del Desierto de Atacama habría sido necesaria la acción de una serie de distintos mediadores, además de una estrecha relación con el OAN. Las redes desplegadas dentro de la Comisión, así como entre ésta y el OAN, habrían implicado la movilización de recursos, personas, instrumentos e información. De este modo, la producción científica de la Comisión Exploradora habría sido resultado de una compleja red de interacciones entre diversos mediadores situados en diferentes espacios. Este fenómeno debe entenderse en un contexto en el cual el conocimiento astronómico fue utilizado para diversos fines “prácticos”, entre ellos los estudios geográficos, lo que permitiría afirmar que el OAN funcionó como una institución abierta y desplegada sobre el territorio.

²⁰ AUBIN, D. “et al”. 2010. Introduction: Observatory Techniques in Nineteenth-Century Science and Society. *En*: The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century. Science and Culture. EE.UU, Duke University Press. pp. 1-32.

Nuestro estudio está conformado por tres ejes que guían la investigación y que articulan cada uno de los capítulos.

En primer lugar, *identificaremos la relación entre astronomía, cartografía y geodesia*. Esto se realizará mediante una revisión de bibliografía especializada que aborde este problema desde el punto de vista historiográfico, lo cual se complementará con algunas nociones básicas de las disciplinas científicas en cuestión. Así, lograremos una primera aproximación al problema mediante una exposición de casos similares al nuestro, en los cuales se aprecia un reforzamiento de las relaciones disciplinarias que pretendemos buscar.

En segundo lugar, y pasando directamente a nuestro caso de estudio, *describiremos el funcionamiento de los mediadores en las expediciones que realizó la Comisión Exploradora del Desierto de Atacama*. Esto se hará mediante la revisión del itinerario de las exploraciones, documento redactado por Francisco San Román como parte de su publicación “Desierto y cordilleras de Atacama” (1896). Hemos accedido a esta obra gracias a la compilación publicada en 2012 por la Cámara Chilena de la Construcción en cooperación con la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM). El análisis de este registro nos permitirá evaluar las posibilidades y limitaciones bajo las cuales se llevó a cabo la práctica científica en terreno, con lo cual podremos responder la siguiente pregunta: *¿cómo operaron las variables que influyeron en el cumplimiento de los objetivos y la recolección de datos durante las expediciones?*

De este modo, el tercer eje se centrará en profundizar un aspecto específico del funcionamiento de la empresa de San Román: *caracterizar el flujo de información entre el OAN y la Comisión Exploradora*. Para lograr esto analizaremos las comunicaciones recibidas y enviadas entre las dos instituciones, procurando rastrear los actores involucrados y su incidencia en la práctica científica. Estos documentos han sido encontrados en diversos volúmenes del Fondo del Ministerio de Educación (FME) en el Archivo Nacional de Chile. Además, analizaremos otra parte de la obra *Desierto y cordilleras de Atacama* titulada “Levantamiento del mapa”, en donde se describe en detalle el procedimiento seguido para la producción cartográfica resultante. Así, podremos constatar la estrecha relación entre ambas instituciones, lo que permitirá comprender cómo el OAN se desplegó en el territorio, observando tanto el cielo como la tierra.

1. ASTRONOMÍA Y CARTOGRAFÍA: DOS CARAS DE UNA MISMA MONEDA

La astronomía no sólo tiene por objeto observar el cielo y el espacio exterior para formular preguntas acerca de los cuerpos celestes, sino que muchas veces se ha valido de estas mismas observaciones para obtener datos acerca de las magnitudes y distancias de la superficie terrestre. La disciplina encargada de esto es la *astronomía geodésica*, definida como “aquella parte de la geodesia (o de la astronomía) que tiene por objeto la determinación de las coordenadas geográficas astronómicas, *latitud* y *longitud*, de puntos de la superficie terrestre y de acimutes astronómicos.”²¹ Para lograr estas determinaciones se llevan a cabo métodos astronómicos de observación de estrellas en posiciones convenientes, utilizando para ello principalmente métodos de cálculo de **trigonometría esférica**²². De este modo puede determinarse la figura de la Tierra, que recibe el nombre de *geoide*²³.

La Tierra tiene una forma esférica ligeramente abultada alrededor del Ecuador, forma que se conoce como *elipsoide achatado*²⁴. Sin embargo, para una comprensión esquemática, la geografía física suele considerar al planeta como una esfera perfecta. Este esquema es importante, ya que “El movimiento de rotación de la tierra proporciona dos puntos naturales –los polos– sobre los que está basada la *red geográfica*, formada por la intersección de líneas (paralelos y meridianos) que se inscriben en el globo, con el propósito de fijar la posición de los puntos de la superficie.”²⁵

Dentro de esta **red geográfica**, la medición de la **longitud** ha sido históricamente más difícil de realizar que la medición de la **latitud**. Esto se debe principalmente a que para medir la longitud se necesita establecer por convención un *meridiano de referencia* que sea universalmente aceptado. Esto no se logró sino hasta 1884, cuando la Conferencia Internacional del Meridiano realizada en Washington D. C. seleccionó al meridiano del

²¹ SEVILLA, M. 1984. *Astronomía Geodésica. Topografía y Cartografía I* (6): 30-39, p. 1. Cursiva del texto original.

²² Ídem.

²³ Ídem.

²⁴ STRAHLER, A. 1989. *Geografía física*. Barcelona, Omega, p. 6.

²⁵ *Ibíd.*, p.7.

Observatorio de Greenwich como línea de referencia 0° ²⁶. Además, el cálculo de la longitud ha presentado considerables dificultades técnicas dadas las características de los instrumentos necesarios para llevarlo a cabo. Debido a que la longitud se encuentra en estrecha relación con la hora, un método recurrente para obtener su valor ha sido deducirlo de la diferencia horaria entre dos meridianos. Y como lo muestra la historia de la ciencia, esto fue muy difícil de conseguir hasta que no se empezaron a construir relojes que no sufrieran variaciones en su movimiento, es decir, relojes sincronizados²⁷.

Una de las expresiones que dan cuenta de forma más clara del vínculo entre astronomía y cartografía es el perfeccionamiento de los métodos para la confección de mapas. En este campo, un hito relevante se registra en 1533, año en que el astrónomo y matemático holandés Gemma Frisius propuso el método de la *i* para obtener mayor precisión en los levantamientos cartográficos. Este método, que combina medidas de magnitudes en el terreno, junto con medidas astronómicas como latitud y longitud, consiste en establecer una línea de base y luego fijar sus puntos extremos mediante observaciones astronómicas. Una vez hecho esto, es necesario “[...] situar astronómicamente otros puntos del terreno y formar con ellos una serie de triángulos en el área que se desea aplicar. Establecida la magnitud de la línea de base, es necesario medir los ángulos que se generan desde los extremos de la línea hacia un tercer punto u objeto que se ubica en el terreno, para así determinar un triángulo lo más equilátero posible.”²⁸. Esta técnica sería paulatinamente adoptada por la cartografía francesa de los siglos XVIII y XIX, siendo un aporte fundamental para la cientifización de esta disciplina.

De este modo vemos que la precisión de los resultados obtenidos por la astronomía geodésica depende de varios factores, principalmente de los instrumentos utilizados y el método seguido²⁹. Así, se puede establecer que el desarrollo de esta disciplina ha requerido de dos elementos fundamentales: por una parte, un soporte material e instrumental cuya

²⁶ Antes de esto se tomaba como referencia el meridiano por donde estaba situado el observatorio de la ciudad o simplemente algún punto central del territorio (catedrales, edificios de Gobierno, etc.) Ver: STRAHLER, A. Op. Cit., p. 35.

²⁷ VÁZQUEZ, C. 1993. *Astronomía y Cartografía. Notas para su estudio en el siglo XIX en México*. Estudios de historia moderna y contemporánea en México, (16): 11-27, p. 21.

²⁸ GONZÁLEZ LEIVA, J. 2007. Primeros levantamientos cartográficos generales de Chile con base científica: los mapas de Claudio Gay y Amado Pissis. *Revista de Geografía Norte Grande* (38): 21-44. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022007000200002> [consulta: septiembre de 2015], p. 4.

²⁹ SEVILLA, M. Op. Cit., p. 2.

fabricación y uso requiere una determinada experticia; por otra parte, los datos recogidos han necesitado una estandarización en las técnicas y formas de recolección de los mismos así como del análisis al que son sometidos, todo esto orientado a minimizar los errores.

1.1. Tradición impulsora de la práctica astronómica y cartográfica del siglo XIX

La relación entre astronomía y cartografía para nuestro caso de estudio se inserta, como hemos visto, en una tradición desarrollada fuertemente en Europa durante los siglos XVIII y XIX. En el aspecto organizativo, esta tradición se caracterizó por funcionar dentro del marco de los Estados e instituciones militares.

Un caso en el que este fenómeno se manifiesta claramente es el desarrollo de la astronomía como ciencia militar en Suecia hacia fines del siglo XVIII. Aquí se desarrollaron nuevas formas de organización científica cuyo funcionamiento se basaba en el establecimiento de redes de correspondencia entre las cuales los astrónomos y sus observatorios estaban en el centro:

As a result, astronomers became much more than observers and interpreters of the skies. They became information specialists, experts in collecting, communicating, and analyzing large amounts of data. This opened up a variety of fields of influence and activity—in the natural sciences, in technology, and in the social sciences.³⁰

Esta forma de organización científica permitió a los astrónomos producir una gran cantidad de estadísticas hacia 1740, lo cual los acercó al Estado sueco. Este último siguió apoyando la práctica astronómica en tanto se relacionaba estrechamente con proyectos militares y económicos, en donde el cálculo de la longitud, así como los estudios sobre terrenos y costas se volvieron centrales. De este modo, “Astronomers watched the skies, but their main function was to map the world, and the directions taken by their mapping ventures were determined to a large extent by governmental interest.”³¹

La introducción de estas prácticas en Suecia habría encontrado una situación favorable con una nueva manera de pensar y hacer la guerra en toda Europa debido a la influencia del Ejército napoleónico durante las primeras décadas del siglo XIX. Un elemento fundamental

³⁰ WIDMALM, S. 2010. Astronomy as military science: the case of Sweden, ca. 1800-1850. En: AUBIN, D “et al” (Eds). *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century. Science and Culture*. EE.UU, Duke University Press, p. 175.

³¹ Ídem.

en ello fue la recolección y procesamiento de enormes cantidades de información para el conocimiento del territorio, los recursos económicos y la población, todo lo cual podía ser transformado en mapas. Estos últimos se caracterizarían por una “scientific methodology with which maps could be produced at any scale and for any desired purpose”³². De ese modo, hubo una convergencia entre la organización científica de los astrónomos y la metodología que buscaban los militares (y por ende el Estado). El acercamiento entre militares y astrónomos cuajó en la institucionalización de los “Cuerpos Topográficos”³³. Una característica fundamental de los Cuerpos fue que ampliaron su esfera de influencia debido a que su producción de mapas se centró en lugares de alta concentración de población. Esto se explicaría debido a un cambio en las estrategias de mapeo del territorio, impulsadas también por Napoleón: ahora ya no se trataba de defender los bordes, sino el centro y, por ende, los mapas empezaron a representar a las ciudades³⁴. Así, estos nuevos planos tuvieron más que sólo usos militares, y a partir de mediados del siglo XIX su uso fue extendido con propósitos civiles.

El caso sueco muestra una imbricación entre Estado, militares, astrónomos, geodesia y cartografía bajo criterios cada vez más profesionales, lo cual habría permitido el desarrollo y ampliación de técnicas geodésicas y cartográficas. Esto habría repercutido en una profundización en el modo de operar de la astronomía, fomentando las redes para la recolección y análisis sistemático de grandes cantidades de información. Este fenómeno puede observarse con similitudes en Francia y sus dominios coloniales en Argelia durante la segunda mitad del siglo XIX, donde también destacó la importancia que adquirieron las oficinas y prácticas militares y la administración del Estado en relación con los observatorios para la fabricación de mapas: “Geodesy [...] is a prime example of how techniques developed by, or in collaboration with, observatory scientists were mobilized in the service of nineteenth-century states.”³⁵

³² *Ibíd.* p.180.

³³ El organizador de estos cuerpos fue Gustaf Wilhelm Tibell, que había participado anteriormente en las campañas napoleónicas en Italia, donde también formó parte de instituciones encargadas de mapear los nuevos territorios adquiridos por el Ejército francés.

³⁴ Según el autor esto hizo que se trasladara la atención del norte de Suecia –que estaba menos poblado– hacia el sur, donde estaba mayormente aglomerada la población. Ver: *Ibíd.*, p. 182.

³⁵ SCHIAVON, M. 2010. Geodesy and Mapmaking in France and Algeria: Between Army Officers and Observatory Scientists. En: AUBIN, DAVID “et al” (Eds). *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century. Science and Culture*. EE.UU, Duke University Press, p. 199.

Como se mencionó más arriba, la hegemonía que Francia había logrado con su ciencia militar durante la primera mitad del siglo XIX mediante las guerras napoleónicas mostró a toda Europa la importancia de mapas precisos³⁶. No obstante, la segunda mitad de este siglo habría atestiguado el ascenso cada vez más pujante de un desarrollo análogo en Alemania, donde se ensayaron nuevos métodos mientras se producía un estancamiento de la geodesia francesa³⁷. Este escenario de competencia entre Estados propició una reorganización y un nuevo impulso a la práctica cartográfica y geodésica en Francia, lo que se evidenció en nuevos objetivos, como la medición del arco meridiano³⁸. La utilidad de esta medición era especialmente importante para un Estado como el francés, que se proponía controlar y mapear vastos territorios que incluían nuevos dominios coloniales, como Argelia.

Hacia la segunda mitad del siglo XIX destacaron una serie de innovaciones técnicas y de método por parte de astrónomos alemanes, como Carl Friedrich Gauss y Friedrich Wilhelm Bessel, cuyos aportes consistieron principalmente en métodos que reducían el error en la obtención de datos mediante una utilización más rigurosa y metódica de los instrumentos³⁹. Este auge científico fue acompañado, en 1862, de un proyecto levantado por el gobierno prusiano para crear una Central Europea de Medición de Arco Meridiano, instancia en la cual Francia se negó a participar, probablemente por su renuencia a adoptar las nuevas técnicas y métodos alemanes⁴⁰. De hecho, esta situación habría abierto un nuevo debate entre técnicas y métodos “franceses” versus aquellos “extranjeros”, debate del cual el astrónomo francés Hervé Faye participó activamente: “[...] while German astronomers endeavored to make geodetic measurement more independent of the observer’s personal judgement, Faye argued that in making calculations the French geodesists should combine experience in the field with their personal sensibility.”⁴¹

³⁶ *Ibíd.*, p. 200.

³⁷ Esta situación habría culminado con la guerra franco-prusiana de 1871, evento que dejó en evidencia el grado de retraso de las técnicas y métodos franceses frente al auge alemán.

³⁸ La medición de un arco meridiano, es decir, una línea imaginaria trazada sobre la esfera terrestre de polo a polo (formando una semi-circunferencia) fue utilizada por los Estados europeos del siglo XIX para representar cartográficamente vastos territorios y para la elaboración de mapas de gran escala que excedían la superficie continental. Para ello, el perfeccionamiento de las técnicas geodésicas se volvió fundamental. Ver: *Ibíd.*, pp. 201-202.

³⁹ *Ibíd.*, pp. 204-205.

⁴⁰ *Ibíd.*, p. 205.

⁴¹ *Ibíd.*, p. 207.

Esta controversia entre Estados impulsó al *Bureau* de Longitudes y al Observatorio de París a buscar nuevos actores para desarrollar mediciones geodésicas más modernas en pos de cartografiar el territorio: “Looking for new fields of action and under pressure to justify its existence, the bureau opened its doors to military officers of the army and navy. To French scientists, military officers were precious collaborators [...] they often shared and who made important contributions, together with instrument makers, to the study and development of scientific instrumentation.”⁴² Así, destacó el proyecto del capitán François Perrier, quien combinó su carrera militar en Argelia con una formación técnica y de trabajo geodésico. A finales de la década de 1860, Perrier trabajó activamente en los levantamientos cartográficos hechos en Argelia, lo cual era indispensable para el control metropolitano que se quería lograr sobre estos territorios. Luego de la guerra franco-prusiana de 1870, el mismo Perrier alertó acerca de las falencias cartográficas del Departamento de Guerra francés e impulsó la transformación de esta institución en el Servicio Geográfico del Ejército.

Vemos entonces que los levantamientos cartográficos hechos en Francia durante el siglo XIX no sólo implicaron la conjunción de diversas técnicas y métodos entre la astronomía y la geodesia, sino también la imbricación de diversos actores e instituciones dependientes del Estado, red en la cual las oficinas de ciencia militar fueron tomando cada vez más protagonismo. Esto debe entenderse en un contexto de competencia geopolítica entre diferentes Estados, como Francia y Prusia, los cuales se preocupaban por desarrollar métodos científicos propios, eficientes, precisos y estandarizables.

1.2. Primeras experiencias de astronomía geodésica y cartografía en Chile

El antecedente más temprano de astronomía geodésica y producción cartográfica en Chile data de fines del siglo XVIII. Hacia este período, el racionalismo ilustrado que se promovía desde la administración imperial hispana había dado sus primeros resultados en nuestro país. En efecto, se constata que a lo largo del siglo XVIII existió un activo flujo de ingenieros provenientes del Real Cuerpo de Ingenieros Militares que eran destinados a la gobernación de Chile. Éstos “se destacaron no sólo en el campo defensivo sino, también, en obras de carácter civil, lo que redundó en un acucioso levantamiento de planos y mapas

⁴² *Ibíd.*, p. 208.

acotados a un objeto de estudio específico.”⁴³ No obstante, estos levantamientos presentaban dos grandes limitaciones. Por una parte, no representaban todo el territorio, sino fragmentos de éste en pos de la resolución de problemas y necesidades circunstanciales y locales⁴⁴. Por otro lado, lo realizado por estas autoridades “no estaba fundado en la rigurosidad científica que otorgan los **métodos de base astronómica**, por lo que solo tenían el carácter de esquicios cartográficos.”⁴⁵

Una de las excepciones a este último aspecto fue la documentación cartográfica legada por la expedición encabezada por el marino italiano Alejandro Malaspina. Las embarcaciones de esta expedición científica realizada entre los años 1789 y 1794 en territorios del Imperio Español. “[...] contaban con una dotación de marinos y oficiales especialmente preparados para el efecto, así como también los más modernos instrumentos disponibles en la época, los cuales les eran indispensables para realizar las observaciones astronómicas y los cálculos matemáticos requeridos para la elaboración de una cartografía de calidad. En efecto, disponían de relojes de péndulo, cronómetros, cuadrantes, sextantes, agujas de inclinación, teodolitos y anteojos astronómicos”⁴⁶. Destacó, además, la utilización del método de triangulación geodésica, lo que le dio un gran nivel de precisión a los planos⁴⁷ e inscribió a esta expedición como la primera de carácter científico realizada con un método de base astronómica.

Si bien la cartografía producida por Malaspina era precisa, presentó dos problemas cuando, en el siglo XIX, las nuevas autoridades de gobierno nacional se vieron ante la “[...] imperiosa necesidad de disponer de información territorial confiable del espacio geográfico que les correspondía administrar.”⁴⁸. En primer lugar resultó que la extensión territorial que representaban las cartas era muy acotada, lo cual no satisfacía la necesidad de tener una representación completa (o continuada) del territorio nacional. En segundo lugar, no fue posible disponer libremente del mapa debido a que éste quedó en el Depósito Hidrográfico de Madrid, con acceso restringido. Sin embargo, la carencia de más información detallada

⁴³ ROSENBLITT, J. y SANHUEZA, C. 2010. Cartografía Histórica de Chile, 1778-1929 (Prólogo), En: Cartografía Histórica de Chile. Santiago, Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos editores, p. xiii.

⁴⁴ Ídem.

⁴⁵ GONZÁLEZ LEIVA, J. Op. Cit., p.3. La negrita es nuestra e indica que el término puede ser consultado en el glosario.

⁴⁶ *Ibíd.*, p. 5.

⁴⁷ ROSENBLITT, J. y SANHUEZA, C. Op. Cit., pp. xiii-xiv.

⁴⁸ GONZÁLEZ LEIVA, J. Op. Cit., p. 6.

sobre el territorio hizo que la producción de Malaspina mantuviera su vigencia como material de consulta para las autoridades durante el siglo XIX. Paralelamente, durante este período, diferentes hombres de ciencia realizaron nuevas expediciones y estudios geográficos con método de base astronómica, actividades para las cuales se valieron de la información legada por Malaspina, sobre la que elaboraron sus propias cartas corrigiendo imprecisiones de medición⁴⁹. Los dos ejemplos más importantes de esto son las expediciones científicas realizadas por Claudio Gay y José Amado Pissis.

En 1830, el naturalista francés Claudio Gay firmó un contrato con el gobierno de Chile en donde se estipulaba que éste llevaría a cabo, con financiamiento estatal, trabajos geográficos y la realización de una cartografía nacional⁵⁰. Entre ese año y 1842, Gay recorrió el territorio desde el desierto de Atacama hasta Chiloé, fijando con exactitud la localización de una serie de puntos geográficos seleccionados. Para esta tarea, y a pesar de conocer la mayor precisión que otorgaba, el naturalista no utilizó el método de triangulación geodésica debido a que “su aplicación demandaría demasiado tiempo [...] teniendo en cuenta que la tarea de levantar la cartografía del país era una más dentro de todos los aspectos que debía cumplir por contrato.”⁵¹ Dicho de otro modo, la labor de Gay no podía apuntar a una triangulación que cubriera todo el territorio, sino que debía limitarse a rectificar, mediante algunas observaciones astronómicas, la información sobre el territorio que presentaban los mapas disponibles⁵². Sin embargo, se puede considerar el trabajo de Claudio Gay como científico debido a que utilizó un método de base astronómica y un instrumental acorde a esas exigencias.

Por su parte, el también francés José Amado Pissis fue contratado en 1848 por el gobierno chileno para realizar, con apoyo de fondos fiscales, el levantamiento de un mapa geográfico y geológico del territorio nacional. Este mapa debía contener la localización geográfica de todas las ciudades y puntos relevantes⁵³, tarea que se extendió hasta 1868. El método adoptado por Pissis fue de base astronómica, destacando la aplicación de la triangulación geodésica con el fin de obtener geomensuras precisas. A diferencia de

⁴⁹ ROSENBLITT, J. y SANHUEZA, C. Op. Cit., p. xiv.

⁵⁰ GONZÁLEZ LEIVA, J. Op. Cit., p. 7.

⁵¹ *Ibíd.*, p. 9.

⁵² GREVE, E. 1946. Don Amado Pissis y sus trabajos geográficos y geológicos en Chile. Santiago de Chile, Universitaria, p. 10.

⁵³ *Ibíd.*, p. 40.

Claudio Gay, este geógrafo y geólogo pudo dedicarse por completo a realizar triangulaciones que cubrieran todo el territorio, para lo cual estableció cinco líneas de base a lo largo del país: la de Santiago (que servía como punto de partida), la de Atacama, la de Coquimbo, la de Talca y la de Arauco⁵⁴.

Cabe destacar que esta empresa mantuvo una estrecha relación con el OAN desde un comienzo, ya que contó con el trabajo de un personal especializado en astronomía, matemática y agrimensura que provino en gran parte de esta institución. Sin ir más lejos, en 1851 fue nombrado ayudante de Pissis el doctor en matemáticas Carlos Moesta, científico alemán que un año más tarde se transformaría en el primer director del OAN. Luego, en 1858 y 1859, respectivamente, serían nombrados como ayudantes Arminio Volckmann y Ricardo Schumacher, quienes también se desempeñaron como astrónomos en el OAN⁵⁵. Este acercamiento entre la empresa y el observatorio también se manifestó en la adquisición de los instrumentos científicos necesarios para el trabajo. En efecto, el OAN sirvió de mediador cuando Pissis necesitó encargar instrumentos en Europa, preocupándose de la tramitación de la compra, la recepción de éstos y su calibración. Una vez que su utilización en la empresa finalizaba, los instrumentos pasaban a la dotación del OAN⁵⁶.

Hemos expuesto tres casos de astronomía geodésica en Chile anteriores a nuestro caso de estudio. Todos presentaron en su método las características típicas de un levantamiento cartográfico de base astronómica, destacando en dos de ellos (Malaspina y Pissis) la utilización de la triangulación geodésica. Sin embargo, nos parece de especial interés el último caso reseñado (Pissis) debido a la relación que esta empresa mantuvo desde un comienzo con el OAN, la cual se evidencia en el flujo de instrumentos y personal. De esto podemos constatar que el OAN, desde su fundación en 1852, fue una institución que se vinculó con empresas de astronomía geodésica desplegadas sobre el territorio.

⁵⁴ GONZÁLEZ LEIVA, J. Op. Cit., p. 9.

⁵⁵ GREVE, E. Op. Cit., pp. 25-28.

⁵⁶ *Ibíd.*, pp. 32-33.

2. COMISIÓN EXPLORADORA DEL DESIERTO DE ATACAMA: MEDIADORES QUE HICIERON POSIBLES SUS EXPEDICIONES

En junio de 1883 se dio inicio a la primera expedición de la “Comisión Exploradora del Desierto de Atacama”, la cual se propuso como primer objetivo la instalación de una base de operaciones. Para esto, “La ciudad de Copiapó se ofrecía como natural punto de partida y centro necesario de organización, de informaciones y recursos.”⁵⁷ Una vez instalada en esta ciudad, la Comisión se dispuso a medir una línea de base. El establecimiento de ésta era importante ya que permitiría el encadenamiento de una serie de mediciones posteriores realizadas en terreno, las cuales necesitaban un punto de referencia exacto para realizar las triangulaciones. Esta operación era entendida como fundamental por el ingeniero San Román: “Entre los errores de mayor trascendencia a los que el ingeniero está expuesto en las operaciones geodésicas son, sin duda alguna, como lo demuestra el cálculo, los que resultan de la delicada operación de medir una base.”⁵⁸ Así fue que se estableció en Copiapó la triangulación geodésica: “partiendo desde el extremo occidental de la estación de ferrocarril en la calle de Borgoño, con rumbo norte 61°0’40” oeste, y aprovechando el terraplén casi horizontal y la disposición favorable que ofrecía la vía férrea, se midió directamente una base de 2.000 metros.”⁵⁹ De este modo, vemos que uno de los principales objetivos de la Comisión fue, desde un comienzo, la medición de triangulaciones geodésicas que permitieran establecer con exactitud datos sobre el territorio.

Para llevar a cabo esta tarea, la empresa de San Román debió desplegarse sobre el territorio del desierto de Atacama, lo cual exigía realizar una serie de expediciones que permitieran abarcarlo. El éxito o fracaso de estas expediciones dependía de una serie de variables, muchas de ellas en apariencia “externas” al funcionamiento mismo de la Comisión Exploradora. Sin embargo, la revisión del itinerario de viaje escrito por San Román nos indica que las expediciones hechas fueron resultado de una compleja red de actores y mediadores de diversa índole que permitieron en distinta medida la realización de estos viajes. De este modo, podemos clasificar las variables en tres categorías principales,

⁵⁷ SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 9.

⁵⁸ *Ibíd.* p. 240.

⁵⁹ *Ídem.*

las cuales se remiten a las distintas funciones que cumplieron en cada momento de las expediciones. Estas tres categorías son: personal, medios de transporte e instrumentos.

2.1. El personal: legos y burócratas

El personal agrupa a todos los mediadores humanos, los cuales participaron en distintos niveles. Por este motivo, podemos hacer una clasificación de acuerdo a las funciones que cumplieron en las sucesivas expediciones. Para dar cuenta de esto vamos a tratar los casos de legos y burócratas. Cada uno de ellos desplegó su capacidad de agencia de acuerdo a la contingencia, según el conocimiento, recursos o información que manejaban.

En lo que respecta al personal lego, podemos decir que era todo aquel que no poseía un saber institucionalizado por escuelas o centros formales de educación. Sin embargo, su utilidad radicaba en el conocimiento del territorio basado sobre su experiencia directa en él. Deborah Cohen, en su estudio sobre los observadores de sismos en Europa durante el siglo XIX, recalca la importancia de los “no expertos” en las redes de observación sísmica debido a que generalmente se encontraban en posiciones que les permitían hacer las mejores observaciones en terreno. De este modo, según Cohen, “The line between expert and amateur was remarkably fluid in nineteenth-century seismology.”⁶⁰ La astronomía geodésica practicada en el desierto de Atacama durante nuestro período de estudio también necesitó de la posición y conocimiento específico aportado por los legos, lo cual fue muy bien valorado por la Comisión: “[...] aun con su misma inofensiva ignorancia cien veces preferible, como fuente de información, a la presumida suficiencia de otros que informan y opinan en todo, sin haberlo visto ni entenderlo”⁶¹.

Por este motivo, al momento de arribar a Copiapó en 1883, la Comisión buscó a mineros o cateadores que cumplieran con las siguientes características: “Sobrio y fuerte, de espíritu inteligente y fácil locución, acostumbrado al atento examen del terreno que recorre, a orientarse como el marino, tomando a las cumbres por faro y a los astros por brújula, el cateador es, como guía, hombre seguro en todos los casos [...]”⁶². Así, fue reclutado “don Pablo Torres, cateador de profesión y uno de los más antiguos prácticos y conocedores del

⁶⁰ COHEN, D. 2013. *The Earthquake Observers. Disaster science from Lisbon to Richter*. Chicago, The University of Chicago Press, p. 9.

⁶¹ SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 9.

⁶² Ídem.

desierto, tan útil, por estas condiciones, para guía, como necesario para darnos a conocer los nombres geográficos de lugares, minas y montañas, a lo menos en su más antigua y autorizada acepción, conocimiento no fácil de poseer en medio de una verdadera anarquía de títulos y nombres propios aplicados antojadizamente [...]”⁶³.

El correcto conocimiento de la toponimia fue uno de los principales objetos de la Comisión, ya que generalmente no existía claridad sobre este aspecto, lo cual llevaba a confusiones a la hora de lograr localizaciones geográficas precisas. De hecho, se reconoce como uno de los principales aportes de las expediciones realizadas el asignar “nombres a los principales accidentes geográficos del páramo, inclinándose por el reconocimiento de los hombres ilustres que, de una u otra forma, le precedieron en defender, difundir o enaltecer el territorio nacional.”⁶⁴ Para esto fue fundamental el conocimiento lego en aquellos casos en que servía para identificar lugares desconocidos para el saber institucionalizado. A finales de abril de 1886, San Román se internaba en la Puna de Atacama, donde, en el poblado de Soncor, se sirvió del conocimiento de Juan Silvestre, anciano patriarca de casi 100 años de edad, “de quien obtuve las primeras nociones acerca de la lengua cunza de los atacameños, [y] pude agregar al glosario de voces algunos nombres geográficos de las últimas regiones exploradas.”⁶⁵ El registro de la toponimia indígena ayudó a caracterizar geográficamente el territorio, ya que solía dar cuenta de sus rasgos topográficos más relevantes.

La importancia del personal lego le dio un lugar de preponderancia en la expedición en terreno, donde todos los miembros se reunían en los campamentos levantados. Hacia agosto de 1883 San Román describía estos espacios:

Hasta entonces era grata la animación del pequeño campamento nómada con sus carpas, su carreta y animales, sus bagajes y la bulliciosa colmena de su personal: ingenieros, guías, peones y arrieros, que constituían un centro social y un medio de vida y actividad, pero llegaba la necesidad de separarse, de distribuirse las tareas y aislarse los unos de los otros en el silencio de aquella naturaleza muerta, donde empezábamos a sentirnos en la verdadera situación del explorador que se aventura en el desierto.⁶⁶

⁶³ *Ibíd.*, pp. 9-10.

⁶⁴ GONZÁLEZ PIZARRO, J. *Op. Cit.*, p. xxxvi.

⁶⁵ SAN ROMÁN, F. *Op. Cit.*, p. 152.

⁶⁶ *Ibíd.*, p. 13.

Esta división de funciones hacía notar la importancia que tenían sujetos como los carreteros y los arrieros, quienes eran los encargados de manejar los animales, llevar el forraje, equipaje y víveres, además de conocer las rutas seguras. Un ejemplo de esto es el caso de *taita Higuera*, un carretero que en septiembre de 1883, cuando la expedición se encontraba en El Juncal⁶⁷, participó y ayudó a bajar a las aguadas de La Brea para abastecerse de agua. La peligrosa bajada debió ser realizada entre este carretero y una de las mulas, hasta que “Se decidió el buen hombre por la bajada al precipicio después de un atento examen de cada vuelta del caracoleado camino, no sin nuevas y repetidas protestas de cargarlo todo a cuenta de alguna importuna bellaquería del macho tordillo [la mula] si por casualidad ocurría una catástrofe”⁶⁸. Efectivamente, la catástrofe ocurrió, ya que los animales se precipitaron por el precipicio con parte del equipaje y el forraje: “Taita Higuera salvó ileso, de puro diestro y precavido, pero dos animales muertos, incluso el macho tordillo autor de la avería, y otros perjuicios deplorables en lugares a donde no hay medio posible de reparación de daños, fueron contratiempos de grave trascendencia en semejantes circunstancias”⁶⁹. Este incidente fue más que anecdótico, ya que en una situación extrema como la que se relata, la pérdida de los recursos materiales pone en peligro los datos recolectados, así como la integridad de los miembros de la expedición.

La inseguridad ante los constantes rumores de bandidos que acechaban las zonas recorridas por las expediciones científicas fue una constante fuente de preocupación. Ya en 1848, la campaña realizada por Pissis había estipulado en su contrato que se le proporcionaría escolta en lugares peligrosos. En nuestro caso de estudio, la solución al problema fue buscada también en el servicio del personal lego.⁷⁰

En la expedición de San Román, cuando en marzo de 1884 se hallaba a los pies del cerro Maricunga, cerca de la actual cordillera de Claudio Gay, llegaron rumores de que “el famoso ladrón y bandido Vicente Caballero, a quien la policía de Copiapó perseguía por otros crímenes y por robo que nos había hecho de algunos animales [...] nos seguía la huella para robarnos otra vez en el aislamiento y desolación de las cordilleras.”⁷¹ Ante esta

⁶⁷ Esta zona actualmente se conoce como pampa Juncal y está localizada cerca del límite entre las actuales regiones de Atacama y Antofagasta.

⁶⁸ SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 19.

⁶⁹ *Ibíd.*, p. 19.

⁷⁰ GREVE, E. Op. Cit., p. 41.

⁷¹ SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 42.

situación, la caravana depositó su confianza en Juan Calabacero, quien tenía un “familiar conocimiento de las cordilleras, de donde era oriundo”, además de que “era respetado de la gente de aquellos campos por su fuerza y su destreza para manejar el arma blanca, sobre todo el cuchillo [...]”⁷² Se esperaba de Calabacero que ayudara, puesto que conocía muy bien los caminos. Por ello, al momento de la distribución de funciones para continuar la triangulación, a este hombre “le correspondía lo más activo de las tareas en señalar los caminos, indicar los recursos con que podía contarse en las excursiones, manejando sus perros de caza para proveernos de carne, rondando el campo para cuidar de los animales, enseñándonos el nombre de los cerros, aguadas, ríos, minas y pasos de las cordilleras, etcétera.”⁷³ Es decir, tenía la función de señalar, custodiar y también obtener alimentos en caso de ser necesario. La función de custodia desempeñada por Calabacero quedó en evidencia cuando, en el mismo mes de marzo de 1884, uno de los arrieros, “Cuyano al Cabo”, informaba sobre el robo que habían sufrido:

Éramos otra vez víctimas del bandido ¡y en qué circunstancias! Ahora eran 18 animales los robados y 10 personas las que se quedaban a pie, sin alimentos y con la expectativa de una retirada en que el cansancio y el hambre, el frío y la puna podrían producir desastrosas consecuencias y también una hecatombe de toda la caravana si por evento ocurría un temporal de nieve que nos cerrara el paso en la penosa marcha⁷⁴.

Sin embargo, no fue necesario emprender la retirada, ya que “Calabacero apareció de súbito, entrada la noche, con todos los animales, sin faltar uno solo.”⁷⁵ Había perseguido al ladrón y logró alcanzarlo, salvando a la caravana de fallar en su misión por desabastecimiento de víveres.

Como hemos visto, el personal clasificado como “lego” demostró ser de gran relevancia para el trabajo en terreno debido al conocimiento que tenía de las principales rutas y accidentes geográficos, lo cual otorgó seguridad a la expedición y permitió que los expertos realizaran las triangulaciones de manera exitosa. Por otro lado, fueron ellos también los que llevaron a cabo el trabajo físico de manejar los animales y acarrear los víveres y equipaje, donde se guardaba todo el instrumental técnico. De este modo el personal lego fue un mediador que hizo posible varias de las realizaciones de la Comisión Exploradora: no sólo

⁷² Ídem.

⁷³ *Ibíd.*, p. 45.

⁷⁴ *Ibíd.*, 45-46.

⁷⁵ *Ibíd.*, 46.

aportó elementos importantes sobre el conocimiento local del territorio, sino que además posibilitó parte de la realización material del programa de observaciones y triangulaciones hechas por la empresa.

Dentro del personal burocrático hemos agrupado a una serie de funcionarios de distintas instituciones que actuaron como mediadores en las tareas de la Comisión. Para comprender cabalmente la incidencia de estos agentes es necesario señalar que entenderemos el concepto de burocracia según la definición de Max Weber. Este autor señala que la burocracia es una forma de organización social que responde al tipo de dominación legal-racional⁷⁶. Según este tipo de dominación, las organizaciones entendidas como “burocráticas” responden a ciertos principios que regulan su funcionamiento, destacándose para nuestro de estudio tres de ellos: la fijación de funciones estatuidas, la jerarquía de cargos y la profesionalización en el servicio⁷⁷.

En octubre de 1883, Francisco San Román envió una carta al ministro del Interior, en la cual informaba los progresos alcanzados durante ese año, destacándose la colaboración prestada por diferentes actores. Uno de ellos era la Oficina Central de Meteorología, institución que prestó instrumentos a la Comisión, sobre los cuales se indicaba que “demuestran que el desierto está muy lejos de ser inhabitable por su clima, y al contrario, si el año que transcurre no es excepcionalmente favorable, podría declararse que el desierto, en su región central, posee un clima templado y agradable en las estaciones de invierno y primavera.”⁷⁸ Las mediciones hechas con instrumentos meteorológicos era parte esencial del método seguido por la Comisión, tal como lo indica el siguiente fragmento del diario de viaje *in situ* de San Román:

Marzo 26

Maricunga: amanece el termómetro de mínima en 14° bajo cero.

Se observan todos los instrumentos meteorológicos.

El hipsómetro (altura por ebullición del agua) da altura de 4.860 metros.

A mediodía tomamos alturas de sol, yo con el círculo de Pistor y Martín y horizonte de espejo; Lynch con el círculo de tres vernieres y horizonte de mercurio.

Ocupamos el resto del día en trazados gráficos de la triangulación.

Sundt colecciona rocas en las inmediaciones.

⁷⁶ WEBER, M. 1964. Economía y Sociedad. Esbozo de sociología comprensiva. México, FCE. Vol. I, p. 172.

⁷⁷ WEBER, M. 2000. ¿Qué es la burocracia? [en línea]. Ediciones elaleph.com, disponible en <http://www.ucema.edu.ar/u/ame/Weber_burocracia.pdf> [consulta: octubre de 2015], pp. 3-9.

⁷⁸ SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 31.

El ecónomo experimenta con malos resultados para su cabeza los efectos del coñac sobre la puna.⁷⁹

Se puede observar en esta cita que los instrumentos meteorológicos servían para registrar datos de altitud y temperatura, por lo que eran siempre necesarios. Debido a esta necesidad, creemos que la relación con la Oficina Central de Meteorología era fundamental para el éxito de las observaciones en terreno. Otra oficina que, del mismo modo que la meteorológica, respondía a principios de organización burocráticos, era la Oficina Hidrográfica. Esta institución prestó sus servicios a la Comisión, tal como lo señala Francisco San Román al describir los procedimientos que se siguieron para el levantamiento del mapa:

Como fuentes de información para tener conocimiento de todos los mapas y documentos relativos a la geografía del norte de Chile que pudieran servir para trazar la historia geográfica de los territorios señalados al estudio de la comisión exploradora del desierto de Atacama, se ofrecieron, en primer lugar, la Oficina Hidrográfica, con la valiosa cooperación y consejos de su ilustrado director, capitán de navío don Francisco Vidal Gormaz, y la completa colección del etnógrafo don J. Toribio Medina, autor de la Mapoteca Chilena⁸⁰.

Por otro lado, la misma oficina también prestó su ayuda a fines de 1884, cuando la Comisión necesitó de instalaciones para realizar operaciones que procesaran los datos obtenidos durante ese año.

Una red topográfica de más de trescientos triángulos y multitud de delineaciones, perfiles y planos de algunos distritos mineros importantes, constituyen el material aglomerado para el trabajo geográfico. Desde que lo anuncié a U.S., las operaciones de organización de registros y cálculos matemáticos se prosiguen con actividad en el local de que hemos podido disponer en la Oficina Hidrográfica mediante la bondadosa acogida que nos dispensa su distinguido director.⁸¹

Otro aspecto que destacó en cuanto al personal burocrático fueron las facilidades que éstos pudieron otorgar a las expediciones para desenvolverse exitosamente en el territorio. En la misma carta de 1883 citada más arriba, San Román le informaba al ministro del Interior las facilidades prestadas por distintos sujetos durante ese año, los cuales ayudaron desde sus respectivas posiciones administrativas:

⁷⁹ *Ibíd.*, pp. 46-47.

⁸⁰ *Ibíd.*, p. 231.

⁸¹ *Ibíd.*, p. 75.

El subdelegado de Tres Cruces, señor E. Herrera, y el administrador de la mina Buena Esperanza, señor Manuel Smith, nos obsequiaron con todo lo que su buena voluntad pudo procurarnos. En La Florida, el señor J.M. Pizarro, administrador de la mina Japonesa, nos prestó útil cooperación para el estudio de esas minas; el ingeniero señor Jorge Tergie nos proporcionó en Carrizalillo todas las comodidades y recursos que aquel hermoso establecimiento posee; los señores Piedra Hermanos nos han favorecido siempre con oportunos servicios, y por último, en lo más angustioso de nuestros trabajos, la generosa hospitalidad recibida en los establecimientos del señor Manuel J. Vicuña nos permitió concluir sin dificultad la exploración de los lugares más apartados.⁸²

Los sujetos aquí señalados eran administradores de minas, es decir, ostentaban un cargo con funciones establecidas dentro de empresas de explotación económica⁸³. La importancia de estos cargos radicaba en uno de los objetivos principales, establecidos por contrato, de la Comisión Exploradora: hacer una clasificación geológica de los terrenos y de los yacimientos metálicos y no metálicos⁸⁴. De este modo, podemos señalar que los administradores de minas cumplieron una triple función: dar abastecimiento, facilitar accesos y otorgar información sobre el territorio.

El personal burocrático también presentó dificultades para la realización de las tareas de la Comisión, lo cual fue registrado en varias ocasiones por San Román. Entre fines de 1883 y comienzos de 1884, la Comisión Exploradora se alistaba para iniciar una nueva campaña hacia el interior de Copiapó, proyecto que fue entorpecido por una serie de trabas administrativas que resultaban nocivas para el desarrollo de la empresa:

Meses enteros y hasta la cuarta parte de un año en tramitar la entrega de una suma de dinero en tesorería; ingenieros que esperaban, peones en forzado ocio que ganaban salario y animales ocasionando gastos sin remuneración y todo a pura pérdida; tiempo indefinidamente transcurrido en órdenes superiores que los cambios de la política y la renovación de los ministros de Estado dejaban sin efecto y se aplazaban mientras que la caravana exploradora bogaba y remaba sin alientos en el desierto: todo trabajo

⁸² *Ibíd.*, p. 32.

⁸³ Cabe señalar que según el concepto de burocracia de Max Weber, esta forma de organización puede presentarse en instituciones tanto públicas como privadas: "Los principios de jerarquía de cargos y de diversos niveles de autoridad implican un sistema de sobre y subordinación férreamente organizado, donde los funcionarios superiores controlan a los funcionarios inferiores. [...] El principio de autoridad jerárquica de cargos se da en cualquier estructura burocrática: en las estructuras estatales y eclesiásticas, en las grandes organizaciones partidarias y en las empresas privadas. Carece de importancia para la índole de la burocracia el que su autoridad se considere "privada" o "pública"." Ver: WEBER, M. ¿Qué es la... Op. Cit., p. 5.

⁸⁴ SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 5.

perdido, abandonándose el terreno porque la estación propicia expiraba, la gente desertaba y las bestias perecían [...].⁸⁵

Estas trabas fueron clasificadas por el ingeniero como obstáculos, ya que interferían en la rutina de mediciones y observaciones de la empresa, las cuales debían ser hechas en momentos específicos del año para ser realizadas de manera óptima. En abril de 1886 se iniciaba una nueva expedición hacia la Puna de Atacama, sobre lo cual se señaló que “No era propicia la época, empezando la estación de invierno, pero no éramos nosotros sino la acostumbrada marcha de las gestiones administrativas lo que así disponía de la suerte de nuestras personas y del éxito de los servicios que les estaban encomendados.”⁸⁶

Según la narración de Francisco San Román, el mayor de los obstáculos administrativos se presentó en el año 1888, cuando la Comisión Exploradora dejó de existir formalmente y se refundió en una sección de la Dirección General de Obras Públicas. Este proceso entorpeció el trabajo “de oficina” de la Comisión, ya que no se habilitaban las instalaciones necesarias para el trabajo con los materiales recolectados:

Así transcurrió casi todo el año de 1888, mientras se agujereaba y se remendaban los altos del edificio del Congreso Nacional, donde se instalaría la Dirección General sin alcanzarse a disponer, en este reparto general de comodidades para todo los demás, un local conveniente para la colocación y estudio de los materiales de la comisión exploradora, ya demasiado numerosos y variados para necesitar de algún espacio para sus colecciones, de un laboratorio mineralógico, de oficina para dibujo y escritorio, muebles, instrumentos, etcétera.⁸⁷

La conservación del equipamiento de la Comisión fue una gran preocupación para el ingeniero, quien comentaba lo absurdo “de poner la geología, las minas y la geografía bajo la dependencia y dirección de hidráulicos, mecánicos y arquitectos [...]”, quienes ocupaban los cargos superiores de la Dirección General de Obras Públicas.

Como hemos visto, el personal burocrático fue un mediador que actuó en dos direcciones principales: facilitando las tareas de la Comisión u obstaculizándolas. Entre los que facilitaron las tareas se cuentan a las oficinas (Hidrográfica y Meteorológica) que permitieron realizar mediciones y observaciones gracias al traspaso de instrumentos y otros materiales necesarios así como las inmediateces donde se procesaron los datos y objetos recolectados. Por otro lado, están los administradores de minas que facilitaron el acceso y

⁸⁵ *Ibíd.*, p. 33.

⁸⁶ *Ibíd.*, p. 145.

⁸⁷ *Ibíd.*, p. 184.

observación de una serie de territorios que estaban bajo su responsabilidad y sobre los cuales tenían un conocimiento institucionalizado que se relacionaba con las funciones que cumplían en sus cargos. La función cumplida por estos sujetos puede asemejarse a la que cumplieron los legos, ya que ambos prestaron ayuda desde el conocimiento que tenían del territorio. La diferencia es que los administradores de minas lo hicieron desde una posición institucionalizada en una organización de tipo burocrática, lo cual implicó que mantuvieran una relación distinta con la Comisión debido a las funciones que desempeñaban, más bien orientadas a la facilitación de recursos materiales y al acceso legal a los terrenos.

Dentro de los obstáculos presentados por el personal burocrático destacan las trabas administrativas que entorpecieron el inicio de distintas campañas de exploración, lo cual tuvo una incidencia directa en las posibilidades de medición y observación en terreno. Por otro lado, la reorganización administrativa llevada a cabo en 1888 también implicó un obstáculo para la Comisión, la cual vio dificultado su acceso a las inmediaciones necesarias para reunir el instrumental y los materiales recolectados. Esta reorganización administrativa fue ordenada y llevada a cabo por un servicio que ocupaba una mayor jerarquía en el Estado, organización de tipo burocrático dentro de la cual se desenvolvía la Comisión. Esto nos lleva a considerar el funcionamiento burocrático en todos sus aspectos, tanto los que facilitan la acción de la empresa como los que la dificultan. Al respecto, Marina Rieznik señala que la burocracia no sólo abarca las políticas públicas que efectúa, “[...] sino también las dificultades que enfrenta la implementación de sus políticas, que exceden con mucho a las luchas internas facciosas o a la simple diferencia entre el plan estatal como idea y la realidad final de su concreción.”⁸⁸

En síntesis, podemos señalar que el personal fue un mediador de suma importancia para el funcionamiento de la Comisión Exploradora. Esta importancia radicó en el conocimiento del territorio aportado por legos y burócratas, conocimiento que facilitó la realización de las expediciones y las triangulaciones que en ellas se realizaban. La diferencia entre el conocimiento de ambos es que el de los burócratas se encontraba mediado por la institución a la que pertenecían, mientras que el de los legos se basaba solamente en la experiencia que les otorgaba su modo de vivir y relacionarse con el territorio. Por otro lado, los burócratas

⁸⁸ RIEZNIK, M. 2014. Velocidad telegráfica y coordinación horaria en la Argentina (1875-1913). Boletín del Instituto de Historia Argentina y Americana “Dr. Emilio Ravignani” (40): 42-72, p. 45-46.

contaron además con la posibilidad de movilizar recursos materiales gracias a los cargos administrativos que desempeñaban, lo cual también incidió directamente en el funcionamiento de la Comisión, ya sea facilitando u obstaculizando sus tareas. Los legos, por su parte, también movilizaron recursos materiales, pero en un sentido diferente, ya que sólo realizaban el trabajo físico de transportarlos, debido a que la posición que ocupaban dentro de la jerarquía de la Comisión les hacía tender preferentemente a eso.

2.2. Los medios de transporte: máquinas y animales

Los medios de transporte fueron otro mediador de importancia en el desarrollo de las expediciones. A diferencia del personal, este factor no es humano, lo cual, sin embargo, no anula su capacidad de agencia. Para entender esto es necesario recordar los planteamientos de Bruno Latour respecto de la capacidad de agencia de los mediadores no humanos en la acción social. Según este autor, los mediadores no humanos *también participan de la acción social*: “Además de “determinar” y servir como “telón de fondo de la acción humana”, las cosas podrían autorizar, permitir, dar los recursos, alentar, sugerir, influir, bloquear, hacer posible, prohibir, etc.”⁸⁹ Todas estas posibilidades pueden ser encontradas en los medios de transporte de los cuales se sirvió la Comisión.

Uno de los principales medios de transporte utilizados por la Comisión fue el ferrocarril, el cual cumplió diversas funciones. En julio de 1883, cuando se realizaba la primera expedición al desierto, la empresa de San Román se trasladó en ferrocarril desde la ciudad de Copiapó al poblado de Puquios, localidad que gracias a su disponibilidad de agua se había integrado en el itinerario ferroviario:

Siempre han sido las aguadas, la posesión preciosa de una gota de agua, la causa determinante de las obras del capital en el árido territorio de Atacama, y no fue sino por las vegas de Puquios y el pequeñísimo manantial de agua corriente que de ellas surge que se dio la preferencia a Puquios sobre el Chulo y el Inca, cuestión que hoy mismo es de actualidad otra vez, con motivo de la necesaria prolongación del ferrocarril de Copiapó al norte.⁹⁰

Esta cita da cuenta de cómo las condiciones específicas de distintas zonas a recorrer por la Comisión incidieron en qué tipo de medio de transporte se utilizó para llegar a ellas. De este modo, aquellos lugares menos inhóspitos permitían la instalación de estaciones de

⁸⁹ LATOUR, B. Reensamlar lo... Op. Cit., p. 107.

⁹⁰ SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 12.

ferrocarril, lo que le servía a la empresa para una movilización rápida hacia puntos de abastecimiento y medición.

Esto nos muestra la multiplicidad de funciones que permitía el ferrocarril: no sólo se trataba de un medio de transporte rápido que podía abarcar varios kilómetros en poco tiempo, sino que sus estaciones servían como puntos que se insertaban en las redes de mediciones realizadas por la Comisión. Los apuntes de San Román sobre el levantamiento del mapa indican que uno de los lugares para realizar las observaciones astronómicas y otros cálculos (que sirvieron para fijar las coordenadas de las bases como Copiapó o Caldera) fueron las estaciones de ferrocarriles⁹¹. Por otro lado, para la demarcación de los puntos extremos de la base, fueron de utilidad los rieles del ferrocarril sobre los cuales “quedaron aproximadamente fijados con dos fuertes postes de madera, enterrados a bastante profundidad, paralelamente a los rieles de la vía y a cuarenta centímetros distante de ella.”⁹² Además, como informaba el ingeniero en una carta de agosto de 1883, dirigida al ministro del Interior, sobre la utilidad que había prestado la estación de ferrocarril en el pueblo de El Salado a la hora de ligar los datos obtenidos: “He llegado a este punto a donde me había precedido el ingeniero Chadwick para ligar los trabajos topográficos con la estación del ferrocarril, lo que dejamos ya terminado y cómo estos de iban encadenado para dar resultados esperados.”⁹³ De este modo, podemos afirmar que el ferrocarril fue un medio de transporte que tuvo incidencia directa en el desarrollo de las expediciones, ya que implicó el despliegue de una amplia red de comunicaciones que no sólo permitía el traslado eficiente de la empresa por largos trayectos, sino que además ofrecía sus instalaciones para la realización de cálculos.

Sin embargo, este medio necesitaba un gran despliegue de maquinaria que requería la movilización de amplios recursos y la existencia de un terreno adecuado. Muchas veces se registraron quejas de San Román debido a la falta de inversión para desarrollar en mayor extensión este sistema⁹⁴. La solución adoptada en aquellos casos donde la máquina no funcionaba se encontraba en los animales, específicamente las mulas. Estos cuadrúpedos fueron un insumo fundamental para las expediciones realizadas, ya que permitieron

⁹¹ Las tablas con los datos de latitud, longitud y centros de medición se encuentran en: SAN ROMÁN, F. Op. Cit., pp. 255-256.

⁹² SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 240.

⁹³ *Ibíd.*, p. 14.

⁹⁴ *Ibíd.*, p. 186-187.

alcanzar lugares inhóspitos de difícil acceso y de peligroso recorrido. Cuando en 1886 se realizaba una expedición hacia San Pedro de Atacama por la cuenca del río Loa, San Román señaló que “Raras veces es posible caminar por el fondo de estos precipicios, y a despecho de los vértigos y del real peligro de deslizarse a lomo de bestia por aquellos senderos colgados en el espacio, forzoso era largarse por ellos y seguir adelante.”⁹⁵ Por esto, la necesidad de mantener una cantidad considerable de animales en buen estado aparece constantemente en el itinerario de viaje, no obstante, las ocasiones en que esto se cumplió cabalmente fueron más bien escasas.

Los problemas relacionados con la disponibilidad de agua dificultaron el mantenimiento óptimo de las mulas, lo que repercutió en que estas no siempre cumplieran satisfactoriamente con las tareas que de ellas se esperaban, situación que puso en peligro más de alguna vez a la Comisión. En 1883 el ingeniero hacía la siguiente observación sobre estos animales:

La mula sedienta se vuelve una bestia feroz que sería temible y peligrosa si tuviera medios de ataque y agresión contra el hombre; pero en cambio, teniéndolos contra los objetos inanimados, destruye todo aquello que puede ceder a sus patas y sus dientes, siendo principalmente los barriles y todo tiesto destinado a contener agua lo que primero destroza en añicos con su desesperación y rabia.⁹⁶

Por esta razón se optó por arrear a las mulas en ciertas zonas, lo que tuvo como efecto que no pudiesen acarrear ni equipaje ni personal. Sin embargo, esta característica de las mulas sirvió en otras ocasiones para abastecer de agua a la expedición, lo que fue fundamental para su éxito. En febrero de 1885, la caravana se dividió explorando la cordillera de Copiapó. Francisco San Román, junto con un arriero y un sirviente, se encontraban recorriendo los contornos de los cerros Vidal Gormaz y Pissis. Allí, por un error de cálculo del ingeniero sobre las zonas donde se podía encontrar agua, el grupo se vio desabastecido de este insumo. Esta situación volvió intratables a las mulas, las cuales apenas se vieron desatadas corrieron a buscar agua, solucionando el problema:

Fue el muchacho Demetrio el primero en montar; mas apenas libre así su bestia, la vi ponerse de un solo salto sobre lo alto del barranco, y de otro más, desaparecer detrás del mismo, oyéndose casi al instante gritos y exclamaciones de locura y arrebató del niño llamando a todos: ... ¡agua!, ¡aa... gua!, ¡aaa... gua!

⁹⁵ *Ibíd.*, p. 151.

⁹⁶ *Ibíd.*, p. 18.

Habíamos pernoctado, sin aperebirnos de ello a causa de la oscuridad, al lado de una pequeña vega, pero las bestias, que lo sabían, desesperadas y olfateando la humedad y pasto verde, ¡habían sufrido durante toda una noche el suplicio de Tántalo!⁹⁷

Luego de ocurrido esto, el grupo se dirigió hacia el río Lamas, donde cargarían víveres y los enviarían en auxilio de otro grupo compuesto por los ingenieros Muñoz y Pizarro, quienes se encontraban explorando las inmediaciones de los cerros San Francisco y Tres Cruces, aproximadamente a 80 kilómetros al norte. Al llegar al campamento base en el río Lamas, San Román se encontró con que un arriero había robado las mulas y los víveres: “Fue éste un nuevo contratiempo y grave percance que me aislaba de mis ingenieros y les privaría a ellos de las provisiones que debían serles enviadas en la oportunidad de antemano convenida.”⁹⁸ Finalmente, el ingeniero encontró la solución al problema bajando al poblado de Coipa, donde pudo abastecerse nuevamente de víveres y mulas, lo que le permitió enviar ayuda a Muñoz y Pizarro. Sin embargo, después de este episodio, la expedición completa debió retornar a Copiapó “para ver el modo de rehacer y reparar el desastre.”⁹⁹

Como hemos visto, los medios de transporte fueron un mediador cuya importancia radicó principalmente en su capacidad desplazar personal y recursos acorde a las necesidades de la Comisión. El ferrocarril permitió hacer esto mediante el establecimiento de redes fijas de comunicación que requerían instalaciones de gran envergadura, lo cual limitó su rango de expansión. Por este motivo, las estaciones de ferrocarril siempre se encontraron en grandes centros de abastecimiento. Donde el ferrocarril no llegaba, eran los animales los que extendían las funciones de movilización, destacando el caso de las mulas como medio de transporte en lugares inhóspitos, ya que estas no requerían más insumos que alimento y agua. En síntesis, cada medio de transporte funcionó de manera distinta para diferentes territorios, ayudando de diversas maneras a los objetivos de la Comisión: mientras las instalaciones ferroviarias fueron de gran utilidad para los procedimientos de la triangulación, las mulas permitieron alcanzar y desenvolverse en zonas de difícil acceso, donde se obtuvieron datos igualmente necesarios.

⁹⁷ *Ibíd.*, p. 89.

⁹⁸ *Ídem.*

⁹⁹ *Ibíd.*, p. 90.

2.3. Los instrumentos: utilidades y limitaciones para el traslado de datos

Los instrumentos científicos utilizados en las expediciones realizadas por la Comisión fueron otro mediador que colaboró con el éxito de estas, ya que permitió el despliegue de una gran red de relaciones y flujos de información. Según Bruno Latour, los instrumentos en el quehacer científico son “cualquier estructura, sea cual sea su tamaño, naturaleza o coste, que proporcione una exposición visual de cualquier texto científico.”¹⁰⁰ Esto quiere decir que, dado que los científicos necesitan expresar en textos los elementos de la realidad que estudian, realizan traducciones mediante estos objetos, lo que permite *inscribir* los fenómenos, haciéndolos visibles. Para nuestro caso de estudio, nos interesa particularmente la función que desempeñaron los instrumentos en tanto sirvieron para convertir el territorio del desierto de Atacama en una serie de datos movilizables y susceptibles de ser transformados en un mapa, y por ende en una inscripción.

Este proceso se haría posible gracias a las tres funciones principales que según Latour deben cumplir los instrumentos: 1) movilizar hechos, lugares y personas distantes, 2) mantener estables sus características principales (que no se rompan o deformen en el camino) y 3) volverlos *combinables* “para que, independientemente del material con que estén hechos, puedan ser almacenados, agregados o barajados como naipes.”¹⁰¹ De este modo, estos objetos se vuelven una parte indispensable para el funcionamiento de las empresas científicas que requieren obtener y almacenar datos combinables, y tal fue el caso de la Comisión Exploradora.

Uno de los instrumentos más utilizados en las expediciones de la Comisión fue el **teodolito**, el cual servía para obtener ángulos horizontales y verticales sobre el territorio con gran precisión. El ingeniero San Román destaca la utilidad que tuvo este instrumento para sus objetivos, señalando que “[...] el teodolito ha sido siempre para el levantamiento [cartográfico], para las mensuras subterráneas o para las observaciones celestes, el instrumento usado con preferencia en las exploraciones del desierto y cordilleras.”¹⁰² La Comisión contaba con dos de estos objetos, los cuales habían sido suministrados por la casa de Schwalb Hnos. de Valparaíso. La descripción que de ellos hacía el ingeniero destacaba su resistencia y buena calidad:

¹⁰⁰ LATOUR, B. Ciencia en... Op. Cit., p. 68.

¹⁰¹ *Ibíd.*, p. 212.

¹⁰² SAN ROMÁN, F. Op. Cit., 290.

De construcción sólida, hasta el punto de haber resistido estos exactos instrumentos las más duras y destructoras pruebas, viajando largas distancias a lomo de mula, no sufrieron jamás otro deterioro que el desgaste natural e indispensable del eje vertical después de constante uso en cuatro años de servicio. [...] Su peso total, en su caja, de cincuenta kilogramos más o menos, permitía el uso portátil sobre su trípode de madera.¹⁰³

El teodolito fue el instrumento preferentemente utilizado para las distintas mediciones que se realizaron en terreno. Sin embargo, no estuvo exento de complicaciones, siendo su apoyo en suelos irregulares el principal problema que se debió sortear. Al respecto, San Román se quejaba sobre las precarias condiciones en que debían instalar los soportes de estos instrumentos cuando se disponían a realizar observaciones en los puntos de demarcación de las triangulaciones:

[...] nada de pilares de mampostería para la cómoda y sólida instalación del teodolito, ni de heliógrafos y construcciones esmeradas para la nitidez y pureza de las imágenes hemos podido disponer. [...] Era forzoso conformarse con simples castillejos o mojones de piedra seca de 1,50 a 3 metros de altura, según los casos, a veces coronados con una banderola, pero generalmente sin apéndice alguno y sin aprovechar las formas naturales o puntas agudas de las cumbres sino cuando, por muy características y netas, podían servir de bien definidas miras.¹⁰⁴

Otra dificultad que presentó este objeto fue su adaptación a las condiciones particulares de los distintos terrenos. Al respecto, cabe destacar cómo en julio de 1884, cuando la expedición se hallaba en la región costera de Caldera, los teodolitos se vieron inutilizables de manera temporal debido al efecto de la neblina generada por la humedad del mar:

La tarea de la triangulación sufría sus lentitudes a causa del mortal enemigo de los geógrafos, el mal tiempo, o en su defecto las ordinarias neblinas de la costa marítima que envuelven en densa nube los cerros o interrumpen la transparencia de la atmósfera, impidiendo al anteojo de los teodolitos descubrir las señales trigonométricas.¹⁰⁵

En otro territorio se presentó otro tipo de problema con estos instrumentos, lo cual también atendía a sus condiciones específicas. Entre enero y abril de 1885 la expedición se disponía a escalar el cerro Vidal Gormaz, en la cordillera de Copiapó, con el propósito de realizar observaciones en ese punto cordillerano. El ascenso se hizo con premura debido a la necesidad de adelantarse a la entrada de la noche. La irregularidad del terreno dificultó al

¹⁰³ *Ibíd.*, p. 244.

¹⁰⁴ *Ibíd.*, p. 242.

¹⁰⁵ *Ibíd.*, p. 72.

ingeniero Lorenzo Sundt, miembro de la expedición, la tarea de instalar el teodolito: “Sundt procuraba asir las piernas del teodolito con ambas manos, mientras que, en la ardua tarea de ajustar los niveles en tales condiciones, la oscuridad de la noche empezaba a envolvernos en tinieblas y nos hacía peligroso el descenso desde la cumbre hasta un lugar donde pudiéramos encontrar reposo.”¹⁰⁶ Antes de iniciar el descenso, los ingenieros quisieron aprovechar la hora del crepúsculo, la cual ofrecía la posibilidad de realizar observaciones más nítidas. Sin embargo, las condiciones atmosféricas del lugar no lo permitieron:

Empañados los vidrios por el aliento que se condensaba en nubes y agujas sobre los lentes y micrómetros; pegada la aguja con porfiada obstinación al vidrio fuertemente electrizado y estremeciéndose todo, piernas humanas y piernas de teodolito en fuertes y agitadas vibraciones, no era posible ni siquiera una aproximada precisión. Pero probemos la última tentativa. “¡Firme don Lorenzo... ya tengo el punto!... Nevado de Jotabeche... 288°30’ ...volcán Azufre... 343°40’ ... Dos Hermanas... imposible!”¹⁰⁷

Los registros analizados permiten deducir que la importancia del teodolito como mediador en la Comisión Exploradora fue fundamental. Sin embargo, su utilización en el territorio muchas veces se vio limitada por la influencia de otros mediadores, como los objetos accesorios (soportes) y las condiciones geográfico-atmosféricas. De hecho, la altitud fue un constante problema de medición para otros tipos de instrumentos. San Román dejó constancia de esta situación al señalar que “No se disponía de las comodidades y medios de precaución en tan largos y penosos viajes, para poder usar los barómetros de mercurio, y los de sistema metálico que tan irregular y traidoramente acusan sus indicaciones en las alturas considerables [...]”¹⁰⁸. Según este registro, cuando la expedición se disponía a realizar mediciones en altura se fiaba de **barómetros** e **hipsómetros**. Mientras el primero se volvía errático pasados los 5000 metros de altitud, el segundo presentaba unas variaciones que “en las grandes alturas son casi insensibles hasta permanecer como fijo, a cuya ventaja se agrega la de ser tan cómodo y portátil su uso, dando a la vez una notable aproximación a la exactitud.”¹⁰⁹

Tal como lo indica esta última cita, la portabilidad de los instrumentos era un factor de gran relevancia a la hora de evaluar su utilidad en las expediciones. Sobre esto aspecto, San

¹⁰⁶ *Ibíd.*, p. 84.

¹⁰⁷ *Ibíd.*, p. 85.

¹⁰⁸ *Ibíd.*, p. 296.

¹⁰⁹ *Ibíd.*, p. 297.

Román señalaba que los instrumentos “portátiles o de bolsillo”, entre los que se contaban la **brújula prismática** y el **pedómetro**, habían sido “estimables y cómodos en ciertas ocasiones, cuando no era breve el tiempo en la premura de los viajes o cuando los detalles topográficos se imponían por el interés especial de una localidad o la importancia industrial de un asiento de minas.”¹¹⁰ De aquí se desprende que este tipo de instrumentos eran más bien accesorios, ya que su utilización se limitaba a contadas ocasiones. Sin embargo, las condiciones particulares del territorio cobran nuevamente relevancia en cuanto a la utilidad de este tipo de instrumentos. Al referirse al trabajo en sendas y caminos cordilleranos, el ingeniero destacaba cómo ciertos instrumentos portátiles se adaptaban mejor a estas condiciones que otros: “Todo geógrafo explorador sabe que en tales casos, el caballo o el carruaje en que se viaja, el reloj y la brújula de bolsillo, son los instrumentos por excelencia, y bastante ventajosos para suplir a todo instrumento portátil y de precisión cuando la experiencia enseña su uso y la práctica acostumbra a aplicarlos discretamente.”¹¹¹ Estos dos casos muestran cómo los instrumentos portátiles y su utilización variaban de acuerdo a las condiciones específicas del territorio y los propósitos que se deseaba cumplir en él.

Finalmente, otro instrumento de relevancia registrado por San Román era el **odómetro**, el cual servía para medir las distancias recorridas “donde quiera que un par de ruedas o una sola puedan rodar sobre el terreno [...]”¹¹² El ingeniero destacó los beneficios de este objeto:

Si se dispone de un liviano vehículo para hacerlo servir al mismo objeto, se gana además la ventaja de tener al mismo tiempo que un medio de transporte, la facilidad de disponer libremente de ambas manos para el trabajo de cartera, las observaciones de brújula aneroide, etcétera y la conveniente comodidad para conducir los instrumentos, especialmente el barómetro de mercurio, que sólo así puede precaverse contra las frecuentes ocasiones de inutilizarse.¹¹³

La limitación del odómetro, al igual como con los demás instrumentos, también se relacionaba con las características del terreno. Esto se debía a la necesidad de utilizarlo sobre un suelo lo suficientemente regular como para permitir el giro de sus ruedas¹¹⁴.

¹¹⁰ *Ibíd.*, p. 290.

¹¹¹ *Ídem.*

¹¹² *Ibíd.*, p. 293.

¹¹³ *Ídem.*

¹¹⁴ *Ídem.*

La revisión hecha nos indica que los instrumentos fueron mediadores que incidieron en la Comisión Exploradora ya que su utilización influyó en la forma de recolectar datos sobre los territorios en los que se desplegaron las expediciones, permitiendo su posterior inscripción. Cada uno de estos territorios presentaba distintas condiciones geográficas y atmosféricas frente a lo que los instrumentos respondieron de distintas maneras. Esto llevó a la Comisión a utilizarlos de manera localizada, atendiendo a los objetivos específicos de observación propuestos. Además, dichos instrumentos se vieron enfrentados a las limitaciones que presentaron en terreno, lo cual también incidió en su recolección de datos y en la consiguiente inscripción. En definitiva, los instrumentos presentaron utilidades y limitaciones en territorios variados, lo que tuvo efectos directos sobre los datos obtenidos (y la calidad de ellos). De este modo, podemos concluir que las formas de inscripción en la Comisión Exploradora se vieron limitadas por las posibilidades de acción de los instrumentos sobre el territorio.

3. PARTICIPACIÓN DEL OAN EN LA COMISIÓN EXPLORADORA DEL DESIERTO DE ATACAMA (1883-1889)

En julio de 1886, el entonces director del OAN, José Ignacio Vergara, envió un documento al Ministerio de Justicia, Culto e Instrucción Pública¹¹⁵ titulado “Nota del Director. Trabajos i publicaciones”, en el cual sumariaban las actividades relevantes realizadas por la institución. Allí se encuentra un registro que da cuenta de las relaciones entre el OAN y diversas empresas geográficas, entre las que destacan las realizadas por Álvaro Bianchi Tupper y Alejandro Bertrand, en los territorios del sur del río Biobío y el desierto de Atacama, respectivamente. Además, se mencionaba la relación con la Comisión Exploradora: “Ha concurrido también el Observatorio de Santiago en la misma forma que en los casos anteriores y habrá de concurrir todavía, á los trabajos geográficos de que está encargado en las rejiones del norte de nuestro territorio el Sr. Don Francisco San Román.”¹¹⁶ Estas tres empresas científicas fueron realizadas de manera más o menos contemporáneas (década de 1880) y se interesaron por obtener datos similares sobre el

¹¹⁵ Al año siguiente este ministerio cambió su nombre al de Justicia e Instrucción Pública. En adelante se referirá a este servicio gubernamental siempre como “Ministerio de Instrucción Pública”.

¹¹⁶ FME, Vol. 584, folio 28, foja 10.

territorio, como las coordenadas geográficas, lo que las llevó a mantener una relación similar con el OAN. En el presente capítulo veremos cómo la empresa de San Román se desarrolló junto con el observatorio.

3.1. Primera fase: inicio de relaciones y problemas en el OAN (1883 a 1886)

La Comisión Exploradora del Desierto de Atacama mantuvo comunicaciones con el OAN desde el inicio de sus actividades. En un comienzo, éstas se refirieron a la necesidad de la Comisión de acceder a material instrumental en posesión del OAN, el cual podía ser de utilidad para sus observaciones. De esto da cuenta una nota del Ministerio de Instrucción Pública enviada al director del observatorio en mayo 1883, la cual canalizaba una solicitud hecha por San Román a través de este órgano gubernamental para acceder a un **círculo de reflexión**:

El Jefe de la Comisión exploradora del Desierto de Atacama, nombrado por el supremo decreto de 16 del pasado, ha hecho presente a este Ministerio que Ud. No tiene inconveniente para proporcionarle, en virtud de la autorización respectiva, un círculo ecuatorial que, siendo indispensable para el buen éxito de su cometido, está actualmente con poco o ningún uso en ese Observatorio.¹¹⁷

Se señalaba en esta misma nota que el instrumento sería “devuelto en buen estado a la oficina”¹¹⁸. Diez días después de enviada esta nota, el ingeniero constataba haber recibido el instrumento¹¹⁹. La utilidad que tuvo este envío queda registrada varias veces en el itinerario de viaje de la Comisión, señalándose, por ejemplo, en 1883 que “Las observaciones astronómicas han debido reducirse, por la falta de cronómetros, a la determinación de alturas meridianas, sea con el círculo de reflexión o con el teodolito de tránsitos.”¹²⁰ Tal como se observa en esta cita, la falta de cronómetros fue un problema durante el primer año de actividades de la empresa geográfica, el cual encontró solución en 1884 gracias a la ayuda del ex-teniente de marina Carlos Porter W., quien prestó sus servicios a la Comisión desde ciudades como Copiapó y Caldera, donde mantenía constantes comunicaciones con ésta y el OAN:

¹¹⁷ FME, Vol. 446, N° 969.

¹¹⁸ Ídem.

¹¹⁹ FME, Vol. 446, sin número.

¹²⁰ SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 30.

Antes de partir de Copiapó se cambiaron señales telegráficas con el observatorio astronómico de Santiago para ajustar los cronómetros y tener con alguna aproximación las longitudes geográficas de Copiapó y Caldera, lo que se consiguió en una serie de operaciones ayudados también con la inteligente cooperación del malogrado teniente de marina don Carlos Porter W. y sirviéndonos de su propio cronómetro, un excelente Jewit, porque los tales Dent de bolsillo no marcaban con regularidad, y apenas merecían relativa confianza.¹²¹

De este modo, podemos identificar una primera fase de la relación establecida entre la Comisión Exploradora y el OAN, la cual se extiende aproximadamente entre 1883 y fines de 1886. El primer bienio de este período (1883-1884) se caracterizó por un flujo inicial de comunicaciones entre ambas instituciones, el cual comprometió principalmente la facilitación de instrumentos por parte del observatorio y la coordinación de personal y medios de comunicación que hicieran posible la obtención de datos sobre la longitud y latitud en distintos puntos del territorio. Para esto, se hizo necesario el trabajo conjunto de una serie de mediadores, los cuales incidieron desde distintas posiciones en la obtención de datos. El **círculo de reflexión**, por ejemplo, fue útil para el despliegue de las expediciones en terreno, donde se podía usar para obtener alturas meridianas u otras especificaciones en lugares determinados:

Y así se puede dar para ciertas localidades como Maricunga, Pedernales de la Ola, San Pedro de Atacama, Tilomonte y otros, el promedio de varias operaciones, a veces en distintas épocas y con agujas de diferentes instrumentos, confrontando, además, las alturas circunmeridianas por medio de observaciones con el círculo de reflexión y horizonte artificial.¹²²

Los demás mediadores que sirvieron para obtener este tipo de datos (cronómetro y telégrafo) funcionaron de manera coordinada entre ellos. Esto se debe a que para calcular la longitud de distintos puntos era necesaria una comunicación inmediata con el OAN para así comparar la marcha de los cronómetros, datos con los cuales podía deducirse el valor de la coordenada. Además, esto agregaba exactitud a las mediciones hechas en terreno, tal como lo mencionaba San Román en su descripción del levantamiento cartográfico:

Pero mucho mayor es aún la aproximación de nuestro trabajo geodésico con el definitivo y riguroso trabajo de los astrónomos, cuya longitud se refiere a

¹²¹ *Ibíd.*, p. 34.

¹²² *Ibíd.*, pp. 323-324.

los puntos mismos de la triangulación, desapareciendo, por este hecho, toda vaguedad o duda respecto de las pequeñas diferencias de local, etcétera.¹²³

Para este método no sólo era necesario que en ambos puntos hubiesen cronómetros sincronizados y portátiles, sino también que se llevara a cabo una óptima comunicación entre ellos, de lo cual también daba cuenta el ingeniero, señalando que esto sólo podía realizarse “[...] en buenas condiciones atmosféricas y en perfecto estado de la corriente eléctrica en el telégrafo para la transmisión matemática de las horas respectivas.”¹²⁴

En el bienio 1885-1886 hemos identificado un declive de las comunicaciones entre el OAN y la Comisión, registrándose sólo dos contactos telegráficos. De éstos, destaca el realizado la noche del 19 de julio de 1885, cuando “[...] estaba todo dispuesto para las transmisiones cronométricas, prestándose siempre obsequioso el señor Vergara, como asimismo el señor Cabrera Gacitúa, que en todas las anteriores ocasiones había prestado a los trabajos su inteligente contribución y los oportunos servicios de su especialidad como electricista.”¹²⁵ Este contacto se realizó para calcular la longitud de Copiapó, procedimiento que, como veremos más adelante, se repitió con la mediación del mismo electricista. Luego de este episodio, los documentos del OAN no registran comunicaciones con la Comisión sino hasta 1887, mientras que el itinerario de exploraciones de San Román no señala más menciones al OAN sino hasta 1888. Esto nos indica un cambio en la relación entre ambas instituciones, caracterizado por una menor frecuencia de comunicaciones.

La explicación de esto puede encontrarse, por una parte, en las dificultades que se registraron en todo el sistema telegráfico durante el tiempo que abarcó la empresa. De esta situación se registraba tempranamente en 1883, cuando el director del OAN resumía en un informe las actividades realizadas durante ese año. En este documento se describía el deterioro que había sufrido recientemente la línea telegráfica que conectaba al OAN con la red telegráfica nacional, debido a que por “necesidades urgentes del servicio jeneral [de telégrafos] en los momentos mas críticos de la guerra”¹²⁶ se utilizaron esas líneas existentes para otros fines, extrayendo sus alambres, baterías y otras piezas:

[...] al extraerlos destruyeron totalmente sus comunicaciones con el cronógrafo i con el péndulo; de manera que al restablecerlo, como se ha

¹²³ *Ibíd.*, p. 261.

¹²⁴ *Ibíd.*, p. 256.

¹²⁵ *Ibíd.*, p. 260.

¹²⁶ El documento se refiere a la Guerra del Pacífico (1879-1883).

hecho, por la dirección jeneral [...] se ha necesitado reconstruirlo en todas sus partes como si jamás hubiera existido. Esta reconstrucción, como las reparaciones de los instrumentos, se ha llevado a cabo de un modo satisfactorio, quedado casi restaurado el material científico, i el establecimiento en situación de prestar servicios que llevo espresados i algunos de estos, de que me ocuparán mas adelante.¹²⁷

A este problema se sumaron los vaivenes institucionales que caracterizaron la vida del OAN desde 1865, año en el cual el primer director de esta oficina, Carlos Moesta, se trasladó a Alemania para no volver más. Esto dejó un vacío en la dirección del observatorio, el cual fue suplido interinamente por José Ignacio Vergara hasta 1874, año en que fue oficialmente nombrado como director del OAN. Desde que asumió la dirección, este ingeniero geógrafo vio interrumpidas de manera constante sus actividades en el observatorio debido a la demandante carrera política que llevaba de forma paralela:

[...] el 18 de mayo de 1875 fué nombrado Intendente de la Provincia de Talca, cargo que ocupó durante seis años, habiendo asumido denuevo la Dirección del Observatorio el 2 de noviembre de 1881. Un año y medio después, el 28 de mayo de 1883, fué nombrado Ministro de Justicia, Culto e Instrucción Pública, y en septiembre de 1885, Ministro del Interior, hasta el 18 de sieptiembre de 1886, fecha en que reasumió la Dirección del Observatorio.¹²⁸

Este ausentismo de Vergara tuvo varias consecuencias para el OAN. Por una parte, no pudieron realizarse de manera regular las observaciones astronómicas de rigor. Por otra, el material instrumental disponible sufrió deterioro debido a su poca utilización y mantención. Además, se agudizaron los problemas con el personal astrónomo, situación que se arrastraba desde la década anterior, cuando el mismo Vergara “Se quejó muchas veces de la falta de ayudantes indicando en su informe de 1870 que debido a que no tenía primer Ayudante, muchos instrumentos permanecían sin ser usados.”¹²⁹ Este déficit de personal intentó ser solucionado infructuosamente por Vergara en 1884 desde su cargo de Ministro de Instrucción Pública. Para esto, contrató a dos astrónomos alemanes: Adolfo Marcuse y Guillermo Wickmann.

La estadía de estos astrónomos en el OAN fue breve y problemática al verse Marcuse involucrado en la polémica levantada por Jacinto Chacón, un abogado que en 1886 visitó el observatorio para escribir un libro que informara sobre su estado. La publicación de este

¹²⁷ FME, Vol. 446, sin folio, fojas 21-22.

¹²⁸ GRANDÓN, R. Op. Cit., p. 14.

¹²⁹ KEENAN “et al”, Op. Cit., p. 115.

texto daba cuenta de los problemas internos de esta institución y sugería que “o se invierte en el Observatorio Nacional la suma relativamente reducida de 50,000 pesos oro, o se suprime por completo el presupuesto de semejante establecimiento.”¹³⁰ El hecho de que Adolfo Marcuse haya recibido y ayudado a Chacón, dándole indicaciones sobre el OAN y sus instrumentos, irritó a Vergara, quien lo destituyó de su cargo como primer astrónomo el mismo año. Wickmann, por su parte, renunció poco después, de modo que los cargos de astrónomos principales quedaron vacantes, no encontrándose solución para el déficit de personal.

No obstante, este contratiempo parece haber traído más beneficios que desgracias al OAN, abriéndose la posibilidad de renovar el personal (esta vez de manera satisfactoria), lo que, como veremos más adelante, tendría gratas consecuencias para la Comisión Exploradora:

El resultado de todo este escándalo parece haber sido principalmente poner en conocimiento del gobierno los problemas del Observatorio. Se autorizó a Vergara para reemplazar los dos ayudantes alemanes por personas traídas, esta vez, de Francia. Alberto Obrecht, Irene Lagarde y Javier Devaux fueron nombrados 1^{er}, 2^{do} y 3^{er} ayudante y llegaron en febrero de 1888.¹³¹

3.2. Segunda fase: comunicaciones a cargo de Vergara y Porter (junio de 1887 a junio de 1888)

Esta fase se inició con la culminación de una tarea de especial importancia dentro de los objetivos de la Comisión Exploradora: la expedición y obtención de datos en la Puna de Atacama, territorio cuyo conocimiento geográfico se enmarcaba en el transcurso del establecimiento de límites internacionales entre Chile, Bolivia y Argentina. Esta expedición finalizó en junio de 1887, estando terminados los trabajos principales “para el perfecto conocimiento geográfico de los territorios anexos a la jurisdicción de Chile por medio del pacto o tratado de tregua que acababa de ser celebrado con Bolivia.”¹³² Luego de esto, San Román se vio en la necesidad de volver la atención a aquellas determinaciones de coordenadas que requería para el levantamiento definitivo de su carta geográfica. Esto implicaba calcular con exactitud la longitud y latitud de ciertos puntos relevantes, como las

¹³⁰ CHACÓN, J. Op. Cit., p. 170.

¹³¹ KEENAN “et al”, Op. Cit., p. 119.

¹³² SAN ROMÁN, F. Op. Cit., p. 180.

ciudades de Copiapó y Caldera, o pueblos como San Pedro de Atacama. Desde este último poblado se retomaron las comunicaciones telegráficas con el OAN el 7 de junio de 1887, registro que da cuenta de la necesidad que se tenía de contar con la colaboración del observatorio para los nuevos objetivos:

Terminado nuestro trabajo de triangulación de las cordilleras es ya oportuno determinar con la precisión posible la posición astronómica de nuestras bases extremas en Copiapó i en este pueblo de Atacama. Le ruego contestarme si tiene ahora disponible un empleado que pudiera venir bien preparado para el objeto.¹³³

El aumento de la frecuencia de comunicaciones telegráficas se vio frente a un obstáculo que todavía no se solucionaba del todo: la falta de personal especializado en el OAN. Tal como lo señalaba dos días después José I. Vergara en su respuesta a San Román, todavía no se habían contratado nuevos astrónomos ayudantes que llenaran la vacante dejada por los alemanes Marcuse y Wickmann:

No tengo en la actualidad i no podré tener antes de seis, ocho o mas meses empleado alguno a quien encargar el delicado trabajo a que U. se refiere. Si desea U. repetir las comparaciones telegráficas, haciendo por su parte nuevas observaciones astronómicas, sírvase avisármelo y procederemos a hacerlo en el momento que este U. preparado.¹³⁴

Dada esta situación, las comunicaciones se vieron interrumpidas hasta diciembre de ese mismo año, siendo la interlocución telegráfica asumida por el mismo Vergara, a quien se dirigieron los telegramas enviados desde el desierto. El registro de los contactos que coordinaban estas acciones señala que nuevamente cobró importancia la mediación del ex-teniente de marina Carlos Porter, quien desde Caldera sostendría el intercambio de señales telegráficas con Vergara. De este modo se podían obtener las determinaciones geográficas necesarias. En una nota enviada el 12 de diciembre al OAN, San Román señalaba que este trabajo debía ser delegado a Porter ya que él se encontraba ocupado con otras tareas de importancia en el desierto. Agregaba también que estaría pendiente de las determinaciones logradas, lo que era importante para la combinación de una serie de datos obtenidos en las expediciones:

Sabe también Ud. que estaré pendiente de la determinación exacta del lugar jeográfico de Copiapó para poder referir a él los 420 puntos trigonométricos de la triangulación del desierto y cordilleras, cuyas coordenadas jeográficas

¹³³ FME, Vol. 682, N° 51.

¹³⁴ FME, Vol. 682, N° 52.

necesito determinar también, estando solamente pendiente de aquella operación que ya se me hace mui urgente.¹³⁵

Dos días después, Carlos Porter contactaba a Vergara por medio de una nota en la cual informaba sobre el procedimiento a seguir para obtener la longitud de Copiapó. Para esto era fundamental el correcto uso de sus cronómetros, los cuales previamente debían ser ajustados de acuerdo al intercambio de señales telegráficas con el OAN. Luego de esto, Porter podía continuar con el procedimiento tal como lo detallaba en su nota:

Una vez que gracias a la intervención del Observatorio, obtenga [...] marcha de mis cronómetros, podré disponer de la tarde de los sábados i los domingos enteros para observaciones en Copiapó. En esos días i con proximidad conveniente a las observaciones podría, si a Ud. le parece bien, compararse mis cronómetros con el tiempo de Santiago, por medio del telégrafo, consiguiendo de esta suerte aminorar la posible influencia de los errores a marcha de mis cronómetros.¹³⁶

Durante el mes siguiente se sucedieron varias comunicaciones telegráficas entre Vergara, Porter y San Román, en las cuales los interlocutores intentaban convenir horarios y lugares de trabajo. Aquí cobraron importancia las oficinas telegráficas como centros de conexión entre los actores mencionados. Para ello fue necesario contar con el buen funcionamiento de estas oficinas. El 9 de enero de 1888, Porter intentaba establecer un horario para realizar una comunicación con Vergara, indicándole en un telegrama que “Si no es para Ud. incomoda la hora de cuatro PM. podriamos ensayar desde mañana las comunicaciones. Seria necesario prevenir a las oficinas [telegráficas] para impedir interrupción.”¹³⁷ A pesar de las precauciones tomadas, el procedimiento seguido no estuvo exento de problemas, ya que era muy difícil controlar el buen funcionamiento de todos los mediadores. El día 15 del mismo mes, Vergara informaba en un telegrama acerca de las dificultades que habían presentado sus cronómetros, lo que hacía necesario repetir las mediciones: “Es imposible leer con alguna seguridad la escritura del cronógrafo. La corriente era anoche sumamente débil y una de las agujas no funcionó bien. Repetiremos la comunicación para la lonjitud mañana lúnes [sic] a la misma hora.”¹³⁸

La dificultad de coordinar la marcha de los cronómetros, tal como lo hemos indicado más arriba, fue un problema recurrente en la relación entre el OAN y la Comisión. En

¹³⁵ FME, Vol. 682, N° 93.

¹³⁶ FME, Vol. 682, N° 94.

¹³⁷ FME, Vol. 682, N° 102.

¹³⁸ FME, Vol. 682, N° 108.

efecto, durante febrero y marzo de 1888 se registran una serie de comunicaciones telegráficas entre Porter y Vergara que dan cuenta de esta situación. El 18 de febrero Porter le informaba a Vergara sobre las irregularidades registradas: “Me permito llamar a Ud. la atención a la circunstancia de notarse en las series de horas de tanto una alteración tan violenta en los intervalos que hace presumir el posible desarreglo momentáneo del cronógrafo durante la operación.”¹³⁹ La respuesta que a esta nota dio Vergara hacía notar el error que cometía Porter al creer que el desajuste era propio del instrumento, indicándole que se había tratado de un cambio en los intervalos de comunicación que no fue tomado en cuenta por el marino. Es decir, en este caso no se trataba de una falla del instrumento, sino de un error humano en su utilización:

Confío en que esta explicación refrescará los recuerdos de U. y le hará ver que no existe ningún error en las indicaciones del cronógrafo. Las pequeñas diferencias hasta de 0^s.20, que se notan en los intervalos, no deben sorprenderle: ellas se deben, por una parte, a que U. estaba obligado a valerse del oído para hacer las señales lo que implica siempre la existencia de un error, y por otro, la dificultad de hacer la lectura del cronógrafo con exactitud matemática. Pero estos pequeños errores compensan y desaparecen en el promedio de numerosas confrontaciones hechas.¹⁴⁰

Este tipo de comunicaciones seguirían siendo la tónica entre el OAN y la Comisión, registrándose hasta junio de 1888 características similares, en donde se enfatiza el rol de los cronómetros y el telégrafo para la precisión en la obtención de datos. Esto nos hace prestar atención en la coordinación de los mediadores para el funcionamiento de la empresa, al igual que en la primera fase. Sin embargo, en este período se pueden notar diferencias debido a que no hubo traspaso de instrumentos que se utilizaran directamente en las expediciones, sino que lo central fueron las comunicaciones personalizadas entre el director del observatorio y personal de la Comisión. Esto ayuda a comprender cómo actores en distintos lugares hicieron posible el funcionamiento de la empresa: mientras San Román se movilizaba por el desierto para cumplir sus tareas restantes, Porter y el OAN obtenían y rectificaban datos que servirían para el levantamiento final del mapa.

Para llevar a cabo estas actividades coordinadas fueron necesarios distintos soportes materiales, como las líneas e instalaciones telegráficas y los cronómetros. Si las marchas de los distintos cronómetros no coincidían no era posible calcular correctamente las

¹³⁹ FME, Vol. 682, N° 121.

¹⁴⁰ FME, Vol. 682, N° 124.

coordenadas geográficas. Además, si el personal a cargo cometía errores en el intercambio de información de nada servía el buen funcionamiento de los instrumentos que utilizaba. El funcionamiento óptimo y la buena utilización las líneas telegráficas incidieron directamente en los objetivos de la Comisión, lo que nos lleva a recoger los planteamientos de Marina Rieznik respecto de las posibilidades de funcionamiento de los sistemas de comunicación. Esta autora, en su estudio sobre la coordinación horaria en Argentina hacia finales del siglo XIX, pone énfasis en cómo los sistemas de comunicación telegráficos dependían al fin y al cabo de la materialidad de los alambres por los que pasaban las corrientes eléctricas. La transmisión por estas líneas podía ser “detenida por [...] una ínfima tela de araña. Asimismo, un corte intencional hecho a cincel o una hilera de postes tumbados por un malón, alcanzaban para dar literalmente por tierra con todo un proyecto de comunicaciones militares.”¹⁴¹.

Este escenario se mantuvo hasta junio de 1888, cuando el OAN empezaba a involucrarse de diferente manera en la empresa de San Román. La contratación de los franceses Alberto Obrecht, Javier Devaux e Irene Lagarde, como primer, segundo y tercer astrónomo respectivamente, se realizó en febrero de ese mismo año. Esto permitió enviar una misión compuesta por dos de ellos al desierto de Atacama, donde facilitarían las comunicaciones necesarias para realizar las determinaciones geográficas.

3.3. Tercera fase: la “Comisión de Longitudes” de Alberto Obrecht (junio de 1888 a abril de 1889)

La delegación a cargo de Alberto Obrecht que viajó al desierto de Atacama en 1888 tuvo su primer antecedente en junio de ese año. A fines de ese mes Francisco San Román envió una nota al Ministro de Obras Públicas señalando que, para reforzar los trabajos en el cálculo de longitudes de los extremos de las bases de triangulación, requeriría mayor asistencia del OAN. Aprovechando la nueva organización que había sufrido este observatorio, San Román solicitaba al Ministro “la autorización necesaria para que pueda trasladarse a Caldera i Copiapó un empleado de aquel establecimiento, llevando los instrumentos necesarios con el objeto que se ha espresado [sic].”¹⁴² Esto da cuenta

¹⁴¹ RIEZNIK, M. Op. Cit., p.56.

¹⁴² FME, Vol. 682, N° 147.

nuevamente de la mediación que realizaban los servicios públicos en las comunicaciones y movilizaciones de recursos entre la Comisión y el OAN. En el caso recién citado cobra importancia el hecho de que la Comisión Exploradora se había refundido en una sección de la Dirección General de Obras Públicas en enero de ese mismo año, pasando a depender directamente de este servicio gubernamental. Es por esto que el ingeniero se veía en la necesidad de dirigirse a esta oficina, la cual, por su parte, delegaba sus solicitudes al Ministerio de Instrucción Pública, del cual dependía el OAN.

A pesar de lo engorroso que puede parecer este procedimiento, la delegación compuesta por Alberto Obrecht e Irene Lagarde no tardó en enviarse. A finales de junio, Vergara enviaba una carta a José Antonio Carvajal, uno de sus contactos en Copiapó, informándole que estos dos astrónomos viajarían pronto a esa ciudad para asistir en los trabajos geodésicos de San Román. El motivo de esta misiva era solicitar a Carvajal su ayuda para recibir y orientar a los astrónomos cuando arribaran a la ciudad. Además, en este documento el director del OAN hacía ver que las comunicaciones telegráficas realizadas hasta entonces no habían obtenido “resultados satisfactorios a causa de la diferencia de los elementos de observación de que en esa ciudad [Copiapó] se ha podido disponer.” Para suplir esta deficiencia, “El Sr. Obrecht lleva ahora el material necesario para instalar un pequeño observatorio mediante el cual esperar valores bastante exactos para las coordenadas que determinan aquella posición.”¹⁴³. En esta cita vemos que la nueva organización del OAN permitió el envío de nuevo personal a su cargo, el cual llevaba aquellos instrumentos que posibilitaron levantar observatorios portátiles bien equipados para las tareas asignadas.

El arribo de la “Comisión de Longitudes”, como se autodenominó la delegación de Obrecht, se materializó los primeros días de julio de 1888. El día 4 de ese mes, el astrónomo francés enviaba un telegrama a Vergara desde Copiapó, en el cual señalaba haber llegado “sin novedades”¹⁴⁴. Las memorias de Irene Lagarde dan cuenta de las principales tareas llevadas a cabo en este periplo, señalando que la primera de ellas luego de su arribo fue “la construcción de un observatorio i de una señal en un cerro, i de la instalación de una línea telegráfica entre el observatorio i la oficina del Estado.”¹⁴⁵ De esto

¹⁴³ FME, Vol. 682, N° 148.

¹⁴⁴ FME, Vol. 682, N° 149

¹⁴⁵ FME, Vol. 651, sin número de folio, foja 15.

podemos afirmar que la nueva misión se preocupó por establecer nuevas líneas de comunicación con el OAN, además de levantar instalaciones de observación astronómica en el desierto.

Esto nos habla de una nueva forma de relación que el OAN estableció con la Comisión Exploradora. En esta fase el flujo de información no se realizó directamente con miembros de la empresa de San Román, sino que entre los mismos funcionarios del OAN, aprovechando que dos de ellos (Obrecht y Lagarde) se encontraban movilizados en el desierto de Atacama. De aquí podemos afirmar que el OAN se desplegó directamente en el terreno, lo que le dio a esta institución mayores facilidades para la realización de observaciones y cálculos. Esto se debe a que la Comisión de Longitudes, al ser una extensión del OAN, tuvo un mayor acceso al material instrumental especializado para las tareas asignadas. Además, estas tareas se redujeron sólo a observaciones astronómicas y magnéticas, las que se realizaron únicamente en las ciudades-base de la triangulación iniciada por San Román. En definitiva, la Comisión de Longitudes fue una misión con objetivos más específicos y acotados que los de la Comisión Exploradora, con un material instrumental acorde a esos objetivos.

Esta nueva forma de operar requirió una eficaz división funciones, por lo que el segundo astrónomo, Javier Devaux, permaneció en Santiago, donde prosiguió con sus tareas habituales y efectuó las comunicaciones necesarias con la misión enviada al norte. Las memorias de Devaux describen las tareas que realizó desde el OAN en función de las determinaciones geográficas de la ciudad de Copiapó:

Nos pusimos de acuerdo sobre el método que se debía emplear para ejecutar el trabajo. Se instaló en la sala meridiana el nuevo cronógrafo que se presentaba con condiciones de comodidad preferibles a las antiguas. Desde entonces me ocupé de determinar la hora con toda la exactitud posible cada vez que lo permitía el tiempo, lo que era indispensable para el buen éxito de nuestro trabajo.¹⁴⁶

Mientras tanto, una vez que en la ciudad de Copiapó se había levantado el observatorio provisional, los astrónomos allí se dedicaron a obtener los valores de la latitud y longitud de aquella ciudad, tareas que fueron divididas entre ambos. Para esto, era necesario calibrar constantemente los instrumentos de los que se disponía, tal como lo señalan las memorias de Lagarde:

¹⁴⁶ FME, Vol. 651, sin número de folio, foja 8.

Determiné aproximadamente con una círculo de reflexión i un **horizonte artificial**, la corrección del cronómetro i la latitud del lugar, datos necesarios para hacer las observaciones que nos habían encargado. Siguiendo el estudio [...] descubrí ciertas causas de errores, i busqué los medios de anularlos, hice nuevas observaciones [...] i por fin determiné la Latitud de Copiapó al mismo tiempo que M. Obrecht hacia las observaciones de la Longitud.¹⁴⁷

Esto nos muestra que la Comisión de Longitudes tenía por objeto no sólo establecer una comunicación eficaz con el OAN, sino también re-determinar las coordenadas geográficas de las ciudades del norte en base a sus propias observaciones. Esto respondía a las nuevas circunstancias de despliegue en terreno, motivo por el cual la precisión de las observaciones podía ser mejor, lo que hacía necesario contrastarlas con las anteriores. Luego de realizar este trabajo en Copiapó, Obrecht y Lagarde se trasladaron al puerto de Caldera, donde realizaron actividades similares a fines de julio. De vuelta en Santiago, Javier Devaux seguía ocupado en el arreglo de la línea telegráfica con Copiapó que facilitara el establecimiento de las comunicaciones con la delegación:

Desde los primeros días de Setiembre [sic] el tiempo se mejoró i se pudo trabajar a la compostura de la línea telegráfica entre la capital i Copiapó. Probé la línea que reúne el observatorio a la oficina central i la encontré en mal estado. El Senor [sic] Cabrera con su buena voluntad habitual estudió la cuestión, cambió algunos postes [...] i suprimió un aislador en un árbol por el cual se perdía la corriente. Establecida la línea con buenas condiciones me ocupé de hallar un método de recepción, para las señales que me permitiera corregir los errores del cronógrafo [...]. Ya puedo decir que el error en las longitudes no sobrepasa de 2 o 3 centésimas de segundo.¹⁴⁸

Esta cita evidencia la importancia de los distintos mediadores que permitieron el flujo de información. Aquí encontramos nuevamente al sistema de telégrafos y sus limitaciones materiales. Para la solución de este desperfecto se recurrió otra vez al señor Cabrera Gacitúa, que ocupaba el cargo de Inspector de Telégrafos del Estado¹⁴⁹. Esta posición, junto con la experticia que manejaba, le permitió asistir a Devaux, tal como en 1885 lo había hecho con la Comisión Exploradora (ver página 40). Por otro lado, el **cronógrafo** demostró ser nuevamente un mediador de importancia, ya que de su buen funcionamiento dependían los buenos resultados en el cálculo de la longitud. Solucionados estos obstáculos, se

¹⁴⁷ FME, Vol. 651, sin número de folio, foja 15.

¹⁴⁸ FME, Vol. 651, sin número de folio, foja 9.

¹⁴⁹ CHACÓN, J. Op. Cit., p. 128.

estableció comunicación telegráfica con Copiapó y Caldera entre fines de septiembre y mediados de octubre de 1888.

La movilización de instrumentos entre Santiago y la delegación fue necesaria para lograr la mayor precisión posible en los cálculos que se realizaban. Con este motivo Javier Devaux viajó a Copiapó en octubre del mismo año para hacer llegar a Obrecht nuevos instrumentos, “sobre todo una **brújula de inclinación** que me facilitó el profesor de Física señor Luis Zegers, un cronógrafo igual al que se usaba en el Observatorio i un **barómetro Fortin**.”¹⁵⁰ Además, Devaux aprovechó este viaje para comparar sus cálculos con los hechos por Obrecht, lo que serviría para establecer la diferencia de longitud entre Caldera y Copiapó. Luego de esto, el segundo astrónomo regresó a Santiago el 24 de noviembre¹⁵¹. En el marco de este viaje, la delegación recibió nuevas instrucciones acerca de las tareas que debían cumplir. Además de lo realizado en Copiapó y Caldera, Obrecht y Lagarde tuvieron que seguir hacia el norte para seguir con trabajos similares en Antofagasta, tal como lo señalan las memorias del tercer astrónomo:

[...] en vez de regresar á Santiago, fuimos á Antofagasta á fines de Noviembre. En aquel puerto seguí los trabajos hechos en Copiapó i Caldera: construcción de un observatorio i de una señal, [...] observaciones de alturas solares con el círculo de reflexión, determinacion de la Latitud i de la Inclinación magnética.¹⁵²

Además, en esta ciudad Lagarde realizó nuevos trabajos de observación con el objeto de perfeccionar las comunicaciones con el OAN. Como se observa en sus memorias, este astrónomo recurrió a distintos métodos para dar con este propósito, destacando entre ellos la observación de astros:

[...] hice observaciones de pasos de estrellas para determinar la corrección del cronómetro, medí la huincha de cronógrafo para sacar los resultados de las comunicaciones telegráficas que hacían los señores Obrecht i Devaux i determiné la altura sobre el horizonte de las montañas del lado Este de la ciudad, para servir en el cálculo de la salida de los astros¹⁵³.

Obrecht y Lagarde permanecieron en Antofagasta el resto del año, siguiendo los mismos procedimientos hasta ahora descritos. Dentro del método reseñado por Lagarde nos parece relevante el énfasis que se dio a la calibración de los instrumentos para no cometer

¹⁵⁰ FME, Vol. 651, sin número de folio, foja 9.

¹⁵¹ Ídem.

¹⁵² FME, Vol. 651, sin número de folio, foja 16.

¹⁵³ Ídem.

errores en la determinación de coordenadas e intercambio de datos. El registro del tercer astrónomo da cuenta de esta tarea:

Aproveché también el encargo que me había hecho el señor Obrecht de cuidar los cronómetros i de darles cuerda diariamente para compararlos uno con otro i de esa manera estudiar su marcha. Hallé de ese modo, que el que lleva el número 2033 tiene una marcha mui irregular i no podría servir para observaciones delicadas. Al contrario el que lleva el número 2671 tiene una marcha casi tan regular como un péndulo.¹⁵⁴

La Comisión de Longitudes siguió funcionando hasta abril de 1889, período en el cual realizó un viaje al OAN en Santiago, con escala en Coquimbo y La Serena. En estas dos últimas ciudades también se realizaron determinaciones de coordenadas geográficas mediante los mismos métodos¹⁵⁵. Después de esto, la delegación volvió a las ciudades de Caldera y Copiapó, donde se siguieron los mismos procedimientos mencionados, luego de lo cual se dio por terminada la misión¹⁵⁶.

3.4. Sumario: de las señales telegráficas iniciales a la determinación precisa de coordenadas

La exposición que hemos realizado nos demuestra que la participación del OAN en la Comisión Exploradora del Desierto de Atacama se realizó de distintas maneras en cada una de las tres fases descritas. La primera fase (1883-1886) dio inicio a las comunicaciones entre ambas. Este flujo inicial se centró en dos aspectos: la facilitación de instrumentos por parte del OAN y la coordinación entre ambas instituciones para levantar líneas de comunicación estables. Las comunicaciones de esta fase fueron hechas por iniciativa de la Comisión Exploradora, la cual solicitó asistencia al OAN. Este último respondió siempre y cuando su organización interna se lo permitiera, lo cual explicaría el declive de las comunicaciones hacia 1886, año crítico en que el observatorio vio mermado su contingente de personal especializado.

La segunda fase (1887-1888) puede ser entendida como un interludio en la relación entre el OAN y la Comisión Exploradora. En este período las comunicaciones telegráficas

¹⁵⁴ FME, Vol. 651, sin número de folio, fojas 16-17.

¹⁵⁵ FME, Vol. 651, N°1. El documento adjunta una tabla con los resultados de las observaciones realizadas en las ciudades mencionadas.

¹⁵⁶ FME, Vol. 651, sin número, “Cuenta de los viáticos i gastos de los Señores Alberto Obrecht e Irene Lagarde Comisionados para hacer observaciones en el Norte de Chile”.

fueron lentamente retomadas luego de la interrupción del bienio anterior. Nuevamente, los contactos fueron hechos por iniciativa de la Comisión Exploradora, la cual había terminado sus expediciones y necesitaba rectificar las coordenadas obtenidas en las bases de la triangulación para el levantamiento de la carta geográfica. Para cumplir con esto, San Román delegó en Carlos Porter la tarea de restablecer el intercambio de señales telegráficas con el OAN. Este último todavía sufría un déficit de personal especializado, por lo que su director, José I. Vergara, fue quien se encargó de la interlocución con Porter. Esta situación dificultó la fluidez de las comunicaciones telegráficas, lo cual encontraría solución en la siguiente fase.

La tercera fase (1888-1889) estuvo marcada por el arribo a Copiapó de la Comisión de Longitudes compuesta por los astrónomos del OAN Alberto Obrecht e Irene Lagarde. A diferencia de las dos fases anteriores, en este período no hubo comunicaciones directas entre el OAN y la Comisión Exploradora, sino entre funcionarios del OAN divididos entre Santiago y las ciudades del norte. La delegación enviada tuvo por objetivo obtener con precisión las coordenadas geográficas de los extremos de las bases de la triangulación iniciada por San Román. Esto se logró gracias al uso y calibración de instrumental especializado y a un expedito flujo de comunicaciones con el OAN en Santiago. De este modo, vemos que el despliegue que en esta fase el OAN realizó sobre el territorio mediante una misión especial ayudó a que la movilización de recursos y personal necesarios para las comunicaciones se realizara de forma óptima.

Los datos obtenidos de estos flujos de información fueron aprovechados por la Comisión Exploradora para determinar, comparar y rectificar las coordenadas geográficas de la triangulación. Las primeras dos fases sirvieron a San Román para obtener valores iniciales de latitud y longitud. Estos valores serían comparados con los obtenidos por Obrecht en la tercera fase, lo cual le sirvió a la Comisión Exploradora para hacer las rectificaciones necesarias y obtener los valores definitivos para el levantamiento cartográfico. El detalle del procedimiento seguido por San Román para la confección de la carta indica que los valores de latitud y longitud obtenidos por él y Carlos Porter en las dos primeras fases fueron posteriormente comparados con los datos obtenidos por Alberto Obrecht y su delegación en la tercera fase¹⁵⁷. Esto se debe a que las observaciones hechas

¹⁵⁷ Para ver el detalle de este procedimiento, consultar: SAN ROMÁN, F. Op. Cit., pp. 251-268.

por la Comisión Exploradora no habían sido completamente satisfactorias (tanto en cantidad como en calidad), por lo que se consideraron como referenciales frente a la mayor precisión de las observaciones de Obrecht.

CONCLUSIONES

La historia social de la ciencia es un campo de estudio que ha intentado resaltar la complejidad de las redes en las cuales se lleva a cabo la práctica científica. Esto implica poner atención a una amplia gama de actores que, desde distintas posiciones, participan en el proceso del *hacer-ciencia*. Desde este enfoque, la Comisión Exploradora del Desierto de Atacama es un caso que evidencia toda la serie de acciones u omisiones que incidieron, de un modo u otro, en la realización de las tareas de esta empresa.

Esto funcionó según las posibilidades de acción de cada uno de los mediadores en momentos y lugares determinados. De este modo, para el caso de las expediciones al interior del desierto, cordilleras o costas, fue necesaria la acción de un amplio personal. Estos sujetos movilizaron recursos y aportaron conocimientos de acuerdo a la posición en la cual se encontraban, señalando rutas y protegiendo a los miembros de la Comisión en las tareas de triangulación y recolección de datos. No obstante, también se presentaron como obstáculos debido a la estructura institucional dentro de la cual actuaban, lo cual incidió directamente en el financiamiento de la empresa y en los permisos gubernamentales que ésta requería. Los medios de transporte, por su parte, movilizaron a la Comisión en diversos terrenos: los ferrocarriles servían para un traslado rápido, prestaban sus instalaciones para demarcar materialmente la triangulación y ayudaron a ligar puntos de ésta; las mulas trasladaron a los miembros, equipaje e instrumental de la Comisión en terrenos donde grandes máquinas como el ferrocarril no podían llegar. Los instrumentos, finalmente, fueron los medios de inscripción mediante los cuales la Comisión pudo recolectar datos. Así, la información sobre el territorio sería posteriormente trasladada a otros puntos para, mediante cálculos y otros procedimientos, transformarlos en mapas u otros productos científicos. Sin embargo, las limitaciones de estos objetos se manifestaron de acuerdo a las condiciones del terreno, en donde su utilidad se vio condicionada.

Toda esta gama funcionó como una red en la cual sus componentes no pueden entenderse separados unos de otros, ya que *estuvieron imbricados de tal forma que la acción conjunta de todos ellos permitió el movimiento en el terreno*. Las capacidades y limitaciones se mostraron de acuerdo a la contingencia, modificando el funcionamiento de la Comisión, en tanto permitieron cumplir o no los objetivos que se iba proponiendo ésta.

La relación que mantuvo la Comisión Exploradora con el OAN fue igual de significativa, ya que ayudó a obtener, comparar y precisar datos fundamentales para la triangulación, como lo eran las coordenadas de las ciudades-base. Sin embargo, sus posibilidades de acción se manifestaron en diferentes instancias. Las comunicaciones entre la Comisión Exploradora y el observatorio se dieron en las ciudades, en donde fue necesario coordinar una serie de mediadores tales como los telégrafos, cronómetros y funcionarios para que éstas resultaran exitosas. De este modo, los lugares de envío y recepción de señales telegráficas fueron variando, así como el personal encargado de estas tareas. En un inicio fue el mismo San Román quien intentó establecer estos contactos, responsabilidad que luego delegó en Carlos Porter, situado en el puerto de Caldera. Finalmente, el OAN se desplegó directamente sobre el territorio mediante la movilización de su propio personal e instrumentos para la consecución de objetivos acotados, por lo que el observatorio asumió completamente la tarea de establecer estas comunicaciones.

Esto nos lleva a considerar que efectivamente *hubo una movilización de personal e instrumentos entre la Comisión Exploradora y el OAN, así como un continuo flujo de información entre ambas*. Por este motivo, se debe considerar al OAN como una institución que fue mediadora y, a la vez, ofreció a los demás mediadores la posibilidad de expandir su campo de acción. De este modo, el observatorio participó directamente en la consecución de los objetivos de la empresa de San Román, es decir, se insertó en y expandió la red de mediadores. La dinámica de este fenómeno debe ser entendida de acuerdo a cómo funcionaban los observatorios astronómicos en el siglo XIX, es decir, como *centros en los que convergían diversas ciencias de la observación tanto del cielo como de la tierra*. El OAN se insertó en esta tradición de estudio y medición con diversos fines “prácticos” en estrecha relación con las instituciones del Estado. Las memorias publicadas por esta

institución en 1890 confirman que esta noción ya había sido incorporada, afirmando que “La jeografía es, sin duda, la aplicación más importante de la astronomía.”¹⁵⁸

En síntesis, podemos afirmar que la Comisión Exploradora del Desierto de Atacama no fue una empresa llevada a cabo solamente por los ingenieros a su cargo, sino también por una multiplicidad de actores situados en diferentes espacios. Sin ellos, los objetivos de la empresa no podrían haber sido cumplidos, lo que nos demuestra la complejidad de todas las piezas necesarias para el *hacer-ciencia*.

¹⁵⁸ OBRECHT, A. 1890. Memoria sobre el estado actual del Observatorio Nacional de Santiago i proyecto de reorganización. En: FME, Vol. 651: 4-18, p. 11.

GLOSARIO

Barómetro: Instrumento utilizado para medir la presión atmosférica.

Brújula de inclinación: Brújula utilizada de forma vertical, que permite medir los ángulos de inclinación con respecto al horizonte, cuando la aguja se alinea con el meridiano magnético.

Brújula prismática: Brújula con un prisma incorporado, el cual ayuda a determinar con precisión la orientación de un objeto observado en el horizonte.

Círculo de reflexión: Instrumento de observación astronómica utilizado para calcular ángulos (hasta 180°) entre cuerpos celestes.

Cronógrafo: Instrumento utilizado para registrar gráficamente el tiempo transcurrido durante un intervalo determinado. En la actualidad, estos objetos son generalmente conocidos bajo el nombre de “cronómetro”, cuya denominación responde a un certificado otorgado a aquellos cronógrafos capaces de mantener una alta precisión en sus mediciones.

Hipsómetro: Instrumento utilizado para medir la altitud sobre el nivel del mar de un lugar.

Horizonte artificial: Instrumento utilizado para reflejar la posición de los astros y calcular la posición geográfica del observador, con la ayuda de un sextante. Este último es usado para medir ángulos y calcular la latitud.

Latitud: La medición en grados del arco meridiano entre un lugar y el Ecuador da como resultado la *latitud* de ese lugar, la cual oscila entre los 0° en el Ecuador y los 90° norte y sur en los polos. En este caso, el paralelo de referencia es uno solo –el Ecuador–, ya que es la única circunferencia máxima que divide a la esfera terrestre en dos partes iguales. Véase Figura 2.

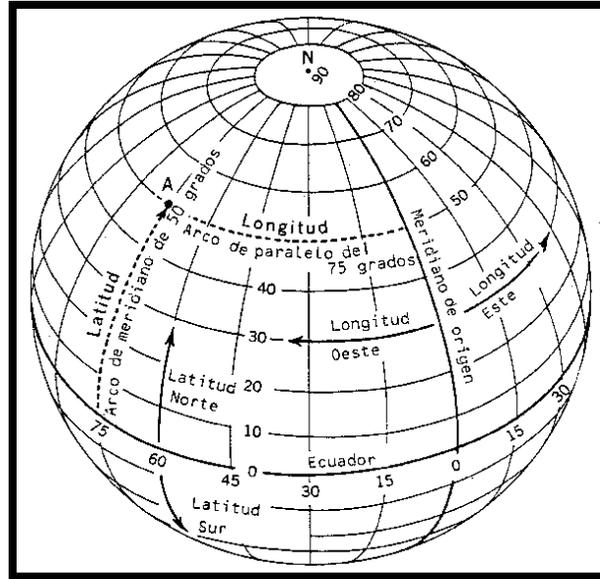


Figura 2.

Localización geográfica: Localización de puntos sobre la superficie de la Tierra mediante la medición de grados de arco a lo largo de meridianos y paralelos. Véase Figura 2.

Longitud: La medición en grados del arco de paralelo entre un lugar y un meridiano de referencia da como resultado la *longitud* de ese lugar, la cual oscila entre los 0° en el meridiano de referencia y los 180° en el meridiano opuesto. Véase Figura 2.

Meridiano de referencia: Meridiano principal, seleccionado convencionalmente, que sirve como línea de referencia (0°) para el cálculo de la longitud. Véase Figura 2.

Métodos de base astronómica: Métodos utilizados en los estudios geodésicos que se sirven de observaciones, instrumentos y cálculos astronómicos para determinar con precisión la localización geográfica de puntos sobre la superficie terrestre.

Odómetro: Aparato utilizado para medir la cantidad de pasos dados por la persona que lo lleva así como la distancia recorrida. En nuestro caso de estudio, este instrumento era adosado a una rueda que recorría el terreno.

Paralaje solar: Método utilizado en astronomía para calcular la distancia entre la Tierra y el Sol mediante la obtención del ángulo que subtiende el radio terrestre visto desde el Sol. Del valor de este ángulo se deduce tal distancia. Para nuestro caso de estudio, este método se sirvió de la observación simultánea del tránsito de Venus respecto del Sol desde dos puntos

de la Tierra lo más separados en latitud como sea posible, tal como se observa en la Figura 1.

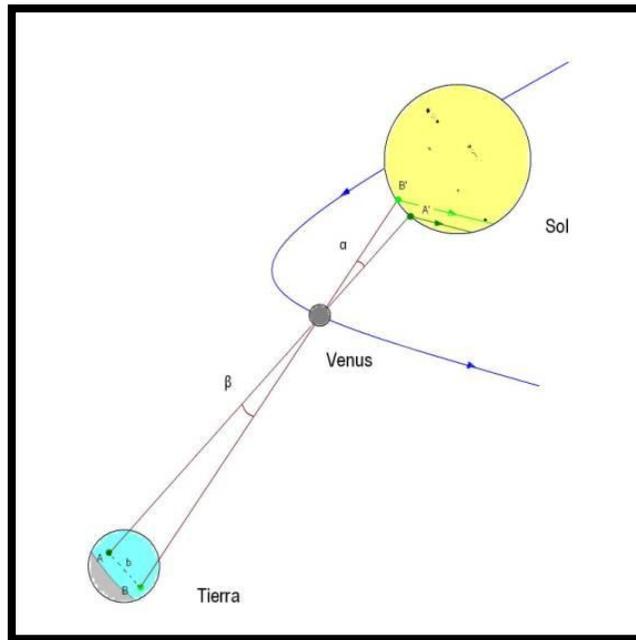


Figura 1.

Podómetro: En el texto aparece el vocablo “pedómetro” para designar un instrumento conocido en español como “podómetro”. Este instrumento sirve para contar el número de pasos que da la persona que lo lleva así como la distancia recorrida.

Red geográfica: Red está formada por un conjunto de líneas trazadas de norte a sur (de polo a polo), llamadas meridianos, y un conjunto de líneas trazadas de este a oeste (paralelas al Ecuador), llamadas paralelos.

Teodolito: Instrumento mecánico-óptico utilizado para medir ángulos verticales y horizontales con gran precisión. Apoyado sobre un trípode nivelado sirve para medir terrenos, por lo que es de gran utilidad en estudios topográficos y geodésicos.

Triangulación: Método geodésico que, al combinar medidas de magnitudes en el terreno y medidas astronómicas como latitud y longitud, establece una línea de base para luego fijar sus puntos extremos mediante observaciones astronómicas. Luego se lleva a cabo la triangulación, la cual consiste en medir los ángulos que se forman desde los extremos de la línea hacia un tercer punto que se ubica en el terreno, para así determinar un triángulo lo más equilátero posible. De este modo, se pueden situar astronómicamente otros puntos del terreno para después formar con ellos una serie de triángulos en el área que se desea medir.

Este método, propuesto por Gemma Frisius en 1533, fue paulatinamente adoptado por los levantamientos cartográficos debido a la mayor precisión que ofrecía, siendo un aporte fundamental para la cientifización de esta disciplina.

Trigonometría esférica: La trigonometría es una rama de la Matemática en la que se analiza la medida de las partes de los triángulos así como las figuras que se forman con ellos. La trigonometría esférica realiza estas mediciones sobre triángulos en superficies esféricas, lo cual es especialmente útil para realizar cálculos en geodesia y astronomía.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS

Fuentes documentales:

Archivo Nacional Histórico de Chile, Fondo Ministerio de Educación. Volúmenes N°:

- 446
- 584
- 651
- 682

Bibliografía:

- ALDUNATE, A. 1975. Chile mira hacia las estrellas: pequeña historia astronómica. Santiago de Chile, Editora Nacional Gabriela Mistral. 265p.
- AUBIN, D. “et al”. 2010. Introduction: Observatory Techniques in Nineteenth-Century Science and Society. En: The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century. Science and Culture. EE.UU, Duke University Press. pp. 1-32.
- AUBIN, D. “et al” (Eds.). 2010. The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture. EE.UU., Duke University Press. 384p.
- BARROS ARANA, D. 1906. Un decenio de la Historia de Chile 1841-1851. Santiago de Chile, Imprenta Universitaria. Tomo II.
- BERMÚDEZ, O. 1958. Las exploraciones del Desierto de Atacama dirigidas por Don Francisco J. San Román. Revista Chilena de Historia y Geografía (124): 309-324.
- BERROCOSO, M. “et al”. 2003. Notas y apuntes de trigonometría esférica y astronomía de posición. En: Laboratorio de Astronomía y Geodesia. Puerto Real, España. Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias, Departamento de Matemáticas. 256p.
- CHACÓN, J. 1886. La Quinta Normal i sus establecimientos agronómicos y científicos: paseo de estudio. Santiago de Chile, Imprenta Nacional. 211p.
- COHEN, D. 2013. The Earthquake Observers. Disaster science from Lisbon to Richter. Chicago, The University of Chicago Press. 348p.

- ESCUELA DE Ingeniería de Antioquía. Mecánica de Fluidos y Recursos Hidráulicos. [En línea] <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/medidores/barometro/barometro.html>> [consulta: enero de 2016].
- GONZÁLEZ LEIVA, J. 2007. Primeros levantamientos cartográficos generales de Chile con base científica: los mapas de Claudio Gay y Amado Pissis. Revista de Geografía Norte Grande (38): 21-44. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022007000200002> [consulta: septiembre de 2015].
- GONZÁLEZ PIZARRO, J. 2012. Francisco San Román y su obra. En: SAGREDO, R. (Ed.). Desierto y Cordilleras de Atacama/ Francisco Javier San Román S. Santiago de Chile, Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos. pp. ix-líiii.
- GRANDÓN, R. 1951. El Observatorio Astronómico Nacional. Anuario del Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad de Chile para el año 1952: 7-35.
- GREVE, E. 1946. Don Amado Pissis y sus trabajos geográficos y geológicos en Chile. Santiago de Chile, Universitaria. 102p.
- KEENAN, C. “et al”. 1985. The Chilean National Astronomical Observatory (1852-1965). Santiago de Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. 160p.
- KNORR, K. 2005. La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia. Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes. 366p.
- LATOUR, B. 1992. Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad. Barcelona, Labor. 278p.
- LATOUR, B. 2008. Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red. Buenos Aires, Manantial. 390p.
- LÓPEZ, V. “et al”. Práctica introductoria: Manejo y uso del teodolito. En: Práctica de topografía. Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”. [En

línea] <<http://es.slideshare.net/topografiaunefm/practica-introductoria-manejo-y-uso-del-teodolito>> [consulta: enero de 2016].

- MAZA, J. 2006. Historia de la Astronomía en Chile. En: Curso EH 28B. Santiago de Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía. 30p.
- MAZA, J. 2013. El Tamaño del Sistema Solar: Los tránsitos de Venus de 1761 y 1769. En: Curso EH2801. Santiago de Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía. 15p.
- MINNITI, E. y PAOLANTONIO, S. 2005. Observaciones en la latitud sur de la América remota. *Saber y Tiempo* (19): 113-125.
- OBRECHT, A. 1890. Memoria sobre el estado actual del Observatorio Nacional de Santiago i proyecto de reorganización: 4-18.
- PARHELIO. Página de observación solar. [En línea] <<http://www.parhelio.com/articulos/articvenus.html>> [consulta: enero de 2016].
- RIEZNIK, M. 2014. Velocidad telegráfica y coordinación horaria en la Argentina (1875-1913). *Boletín del Instituto de Historia Argentina y Americana “Dr. Emilio Ravignani”* (40): 42-72.
- ROSENBLITT, J. y SANHUEZA, C. 2010. Cartografía Histórica de Chile, 1778-1929 (Prólogo). En: Cartografía Histórica de Chile. Santiago, Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos editores. pp. ix- lxvi.
- SAN ROMÁN, F. 2012. Desierto i Cordilleras de Atacama. Selección. En: SAGREDO, R. (Ed.). Desierto y Cordilleras de Atacama/ Francisco Javier San Román S. Santiago de Chile, Cámara Chilena de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos. pp. 1-461.
- SANHUEZA, C. 2014. Geografía en acción: práctica disciplinaria de Hans Steffen. Santiago de Chile, Universitaria. 144p.
- SCHIAVON, M. 2010. Geodesy and Mapmaking in France and Algeria: Between Army Officers and Observatory Scientists. En: AUBIN, DAVID “et al” (Eds). The

Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century. Science and Culture. EE.UU, Duke University Press. pp. 199-224.

- SEVILLA, M. 1984. Astronomía Geodésica. Topografía y Cartografía I (6): 30-39.
- SINGLADURAS NÁUTICAS Canaleras. [En línea] <<http://singladurasnauticas.yolasite.com/sextante.php>> [consulta: enero de 2016].
- STRAHLER, A. 1989. Geografía física. Barcelona, Omega. 538p.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA de Zacatecas. Museo de Ciencias de la U.A.Z. [En línea] <<http://www.uaz.edu.mx/museo/electrost%C3%A1tica/brujula-inclinacion.htm>> [consulta: enero de 2016].
- VÁZQUEZ, C. 1993. Astronomía y Cartografía. Notas para su estudio en el siglo XIX en México. Estudios de historia moderna y contemporánea en México, (16): 11-27
- WEBER, M. 2000. ¿Qué es la burocracia? [en línea]. Ediciones elaleph.com, disponible en <http://www.ucema.edu.ar/u/ame/Weber_burocracia.pdf> [consulta: octubre de 2015].
- WEBER, M. 1964. Economía y Sociedad. Esbozo de sociología comprensiva. México, FCE. Vol I.
- WIDMALM, S. 2010. Astronomy as military science: the case of Sweden, ca. 1800-1850. En: AUBIN, D “et al” (Eds). The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century. Science and Culture. EE.UU, Duke University Press. pp 174-198.

Imágenes extraídas de:

- PARHELIO. Página de observación solar. [En línea] <<http://www.parhelio.com/articulos/articvenus.html>> [consulta: enero de 2016].
- STRAHLER, A. 1989. Geografía física. Barcelona, Omega. 538p.