

Kirsi Silva, Barbara
Espejos y espectrógrafos entre Chile y California. Reflejos
de la circulación astronómica a comienzos del siglo XX
História Unisinos, vol. 23, núm. 2, 2019, Mayo-, pp. 180-190
Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Brasil

DOI: <https://doi.org/10.4013/hist.2019.232.04>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=579865456005>

Espejos y espectrógrafos entre Chile y California. Reflejos de la circulación astronómica a comienzos del siglo XX¹

Mirrors and Spectrographs between Chile and California. Reflections of the astronomical circulation in the early twentieth century

Barbara Kirsi Silva²

barbarakirsi@gmail.com

Resumen: En 1903, después de un largo viaje por el Océano Pacífico, una expedición del Observatorio Lick se instaló en Santiago de Chile, y construyó un observatorio gemelo al que tenían en California. A través de la moderna técnica de la espectrografía, el objetivo era medir las velocidades radiales de las estrellas australes y así intentar comprender la estructura del universo. Uno de los objetos máspreciados de la expedición era el conjunto de espejos del equipo astronómico. En este artículo, los espejos se comprenden como instrumentos científicos, pero también como metáforas que orientan el análisis de la producción de conocimiento, del rol de las identidades colectivas y de las similitudes geográficas. De este modo, se busca reconstruir parte de la historia de esta expedición a partir de sus espejos, y así comprender cómo se generaba parte de la circulación científica a comienzos del siglo XX, a través de los reflejos entre dos lugares espacial y culturalmente distantes.

Palabras clave: historia de la ciencia, historia de la astronomía, circulación de conocimiento, objetos científicos.

Abstract: In 1903, after a long trip across the Pacific Ocean, an expedition from the Lick Observatory settled in Santiago de Chile and built an observatory that was a twin of the one they had in California. Through the modern technique of spectroscopy, the goal was to measure the southern stars' radial velocities and thereby to try to understand the structure of the universe. One of the expedition's most valued objects was the set of mirrors of the astronomical equipment. In this paper, I understand the mirrors as scientific devices, but also as metaphors that orientate the analysis of knowledge production, of collective identities, and of geographical similarities. In this way, I seek to rebuild part of this expedition's story from its mirrors, and thus to understand how part of the scientific circulation was generated in the early twentieth century, through the reflections of two places that were spatially and culturally distant.

Keywords: history of science, history of astronomy, knowledge circulation, scientific objects.

¹ Este artículo es parte del proyecto CONICYT / FONDECYT postdoctoral nº 3170099.

² Universidad Alberto Hurtado. Departamento de Historia, Facultad de Filosofía y Humanidades. Av. Alameda 1869, 4to Piso, 8340576 Santiago de Chile, Chile.

Hijo de la ninfa Liríope, Narciso había rechazado a diversos y diversas amantes, orgulloso de su propia belleza. Entre ellos se encontraban la ninfa Eco, condenada por Hera a repetir las palabras de otros, y Aminias, quien se mató con una espada que había enviado Narciso, clamando a los dioses que vengaran su

muerte. Artemisa escuchó el dolor de Aminias, y castigó a Narciso a que se enamorara sin poder consumar su amor. Narciso llegó a un arroyo cuya superficie parecía casi un espejo, y por horas contempló el rostro de un bello joven a quien amaba. Luego se dio cuenta que era su propio reflejo, y cayó en la insoportable aflicción de la imposibilidad de poseer a su amado: él mismo. Narciso terminó clavando una daga en su pecho, y su sangre dio origen a una hermosa flor (Graves, 1985).

En la cultura occidental, el mito de Narciso es quizás una de las primeras referencias universales al poder de los reflejos. En el mito, que propone una historia relacionada con la pretensión y con el exceso de amor propio, Narciso se enamora de su propia imagen. Su aflicción consiste, precisamente, en que reconoce y no reconoce esa imagen que se refleja en el agua. Es familiar y se enamora de ella, pero al mismo tiempo es distante y no puede poseerla.

Más allá del síndrome psicológico descrito como narcisismo –tan presente en las sociedades contemporáneas–, el mito de Narciso presenta claramente la complejidad de esa dualidad presente en el reflejo. La imagen duplicada muestra una realidad que, a su vez, es distinta, dejando a Narciso en un lugar complejo de habitar, entre la familiaridad y la distancia. Esa dualidad de los reflejos, de hecho, ha nutrido creativamente distintas dimensiones de la cultura, y ha sido estudiada a partir de distintas áreas del conocimiento (Alba Pagán *et al.*, 2018).

Pero, independientemente de esa asociación creativa, el reflejo tiene una explicación física: se trata del cambio de dirección de los rayos de luz en una superficie, que separa dos contextos. De este modo, aquello que vemos como reflejo es un proceso de dirección en relación con los rayos de luz. Generalmente, asociamos los espejos “naturales” con las fuentes de agua, que, si están suficientemente tranquilas, generan un nítido reflejo. Diversas culturas antiguas, como aquellas en Anatolia, Egipto, Mesopotamia, Grecia, Roma, Mesoamérica, entre otras, elaboraron técnicas de piedra pulida para generar objetos que reflejaran imágenes. A mediados del siglo XIX, la creación del espejo “moderno” se atribuye a Justus von Liebig, un químico alemán que en 1856 habría inventado la técnica de aplicar una delgada lámina de plata a un vidrio pulido (Thompson y Kingslake, 2002).

En pocos años, los espejos rápidamente se incorporaron a diversos ámbitos de las sociedades, desde el mobiliario doméstico hasta la industria de la belleza. Pero también los espejos se integraron a los estudios astronómicos.

Las posibilidades ópticas de reflexión y refracción que entregaban los espejos hicieron que éstos se incorporaran a la vanguardia de telescopios y otros artefactos científicos, como el espectrógrafo. Un espectrógrafo es un aparato mediante el cual se descompone el rayo de luz en sus diversas magnitudes de onda, a través de uno o más prismas, o de una red de difracción (Hearnshaw, 2014). Esto indica que el espectrógrafo funciona en base a la acción de los espejos que, a su vez, adoptaron la categoría de objetos científicos (Daston, 2000). En la medida en que el uso de estos objetos comenzó a extenderse, los saberes científicos asociados a ellos también se desplazaron a través de distintas sociedades y culturas (Gerritsen y Riello, 2016).

A comienzos del siglo XX, una expedición del observatorio Lick de California se embarcó hacia Chile, llevando consigo un sofisticado equipo científico, en el que una de sus piezas máspreciadas eran los espejos que componían el espectrógrafo. Su misión era construir un observatorio en Chile, y montar allí el espectrógrafo, que funcionaría vinculado a la investigación en Estados Unidos. No se trataba solamente de hacer ciencia y de cumplir con su tarea astronómica, sino que en ese proceso se vincularían con una sociedad distante y distinta. Paradójicamente, los astrónomos norteamericanos observaron inesperadas similitudes, a partir de las características geográficas y geológicas de Chile y California. Luego, la relación con la sociedad anfitriona se intensificaría, mostrando cómo en las relaciones humanas el “otro” refiere a la alteridad, pero también al reflejo de sí mismo. De este modo, los astrónomos de California y su relación con los chilenos se representó casi como se fuera un juego de espejos, en que las sociedades, las geografías y las culturas chilena y norteamericana se reflejaron la una a la otra.

En este artículo se propone que es posible reconstruir la historia de esta misión astronómica a partir de los espejos, tanto en su condición de objetos científicos como de representaciones de la relación entre ambas sociedades. A través de los objetos de esta expedición científica es posible observar cómo, incluso a comienzos del siglo XX, la ciencia estaba lejos de ser un área del conocimiento estática, situada en el hemisferio norte y simplemente transferida a las sociedades del sur (Roberts, 2009). Por el contrario, a través de los espejos de los astrónomos del Lick se evidencia el dinamismo del conocimiento científico, su capacidad de circulación y su interrelación con otras dimensiones de la vida social y política del 1900³.

³ La circulación del conocimiento ha sido trabajada, incluso antes del siglo XX, en torno a la movilidad de los científicos y en cierta medida, de los objetos científicos, por ejemplo, en torno a la salud y medicina, o bien, de las prácticas de naturalistas y el colecciónismo, entre otras temáticas (Sanhueza, 2017).

La expedición y los cielos australes

En 1903, William Wallace Campbell encargó a William H. Wright liderar la misión astronómica proveniente del observatorio Lick, en Mount Hamilton, que debía desembarcar en Valparaíso, en el lejano país de Chile. Su objetivo era resolver el “problema sideral”, que en ese entonces significaba básicamente develar la estructura, tamaño y dinamismo de la galaxia. Para ello era necesario posicionar las estrellas –hacer una suerte de mapa estelar–, pero también saber hacia dónde y cómo se desplazaban.

En ese entonces ya se había desarrollado la moderna técnica de la espectrografía, mediante un aparato que complementa al telescopio, y mediante el cual se toman registros –espectros– de las estrellas. Desde hacía siglos, la civilización occidental había desarrollado variados y diversos tipos de telescopios (Dunn, 2009), en la pulsión por comprender el universo. Responder preguntas clave sobre los astros podría implicar un aumento sustantivo del conocimiento sobre los orígenes del mundo; interrogantes que han motivado e impulsado cambios científicos e innovaciones tecnológicas relevantes.

Hacia comienzos del siglo XX, el espectrógrafo parecía ser el objeto clave para resolver el problema sideral. Para ello, era preciso contar con registros de los cielos australes, para poder completar el conocimiento del universo. El plan era construir un observatorio gemelo al Lick en el hemisferio sur, por lo que era imprescindible viajar y trasladarse con todo el equipamiento necesario, para conocer aquellos cielos “vírgenes”. Tal como diría el astrónomo a cargo de la expedición unos años más tarde, Heber Curtis:

[...] treinta grados al sur del ecuador celestial hasta el polo sur tenemos una región que acumula alrededor de un cuarto del cielo el cual, en comparación con el cielo norteño, era tan terra incognita setenta y cinco años atrás como lo era África Central en esa misma fecha, y el cual actualmente contiene muchos campos vírgenes que ofrecen ricos retornos para el astrónomo explorador (Curtis, 1909)⁴.

Esos cielos vírgenes impulsaban a los astrónomos a generar una aventura científica en el sur, e instalarse en Chile. Hacia 1902, la decisión estaba tomada, e incluso la prensa de California informaba acerca de este viaje de aventuras, de ciencia, y de largos kilómetros por recorrer, hasta llegar a Chile. El periódico *The San Francisco Call*

publicó: “Expedición astronómica pronto partirá del Observatorio Lick hacia Chile” (*The San Francisco Call*, 1902). Esta iniciativa se vinculaba entonces con el desplazamiento de la ciencia hacia el espacio público, en esa sociedad finisecular (Brooks, 1993). Para llegar a esa decisión habían sido necesarios años de preparación, en el que el primer paso fue conseguir el dinero. El director del observatorio Lick, William Wallace Campbell, gestionó el financiamiento con el magnate Darius O. Mills (Carta de Mills a Campbell, diciembre 1900).

El plan era viajar hasta Chile, que tenía la latitud apropiada para el objetivo del estudio. En principio, estarían allí entre dos y tres años, por lo que la opción de la capital, Santiago, parecía la más adecuada. Tal como Campbell relataba, en los alrededores de la ciudad “parecía haber ubicaciones mucho más prometedoras, considerando el carácter masivo de los aparatos, los requerimientos de su construcción y el hecho de que la expedición terminaría, probablemente, en menos de tres años” (Campbell, 1907). Además, había razones meteorológicas para reforzar esa decisión:

Los informes del tiempo mostraron que Chile central tenía una proporción de cielos claros, pero que la temperatura en Santiago mismo cambia bastante en el día. Sin embargo, se sintió gran confianza en que se encontraría un cambio mucho menor de temperatura en la parte más alta de los cerros [...]. Las ventajas de una ciudad que estuviera cerca como un recurso de material y de suministro de mano de obra, en el período de construcción, era evidente (Campbell, 1907).

La razón para buscar un cerro era asegurar que la oscilación térmica diaria apropiada, es decir, la diferencia de temperatura entre el día y la noche, no fuera muy amplia, ya que eso podía afectar las condiciones de operación del espectrógrafo, particularmente, la estabilidad de los espejos. Contrario a lo que podría pensarse, la cumbre del cerro no se justificaba por la humedad de la atmósfera o por las condiciones lumínicas. Pero, además, necesitaban un lugar en que se pudiera manejar aquel “carácter masivo de los aparatos” y los “requerimientos de su construcción”. Considerando la conectividad de Chile de comienzos del siglo XX, así como la disponibilidad de suministros y materiales, era relevante que se ubicaran cerca de una ciudad. Por aquel entonces, los centros urbanos del país no eran muchos, y el eje Santiago – Valparaíso parecía el más indicado.

El astrónomo del Observatorio Lick en California, William W. Campbell, era quien había ideado

⁴ Todas las citas originales en inglés fueron traducidas por la autora.

y planificado toda esta aventura científica. Para él era una tarea profesional, pero también se conectaba con sus propios deseos e impulsos como astrónomo. Cuando asumió nuevas responsabilidades como director del Lick, fue evidente que no podría estar a cargo de toda la expedición, ya que hubiese significado ausentarse de California por dos a tres años, e incluso más, pues Campbell ya planeaba extender la misión científica. Aun con estos cambios en su rol en el observatorio, él pensaba que podría supervisar directamente, si bien no la investigación completa, al menos la primera etapa: “Todavía esperaba acompañarla con el objeto de seleccionar la estación para observar e instalar los aparatos y para ver los primeros resultados” (Campbell, 1907). La instalación de los aparatos era, de hecho, un paso sumamente delicado; aquello definiría el éxito o fracaso de la expedición.

Viajar largos kilómetros con instrumentos complejos, de alto nivel, que había que montar y desplazar en Chile, era una tarea de gran responsabilidad, y Campbell quería hacerla él mismo. Sin embargo, no pudo llevar a cabo su plan: “Esto fue impedido casi a último momento, por una herida que recibí mientras estaba preparando el trabajo final de los ópticos en el espejo hiperbólico y los exámenes de los dos espejos en combinación” (Campbell, 1907). Los espejos, esos preciados objetos que permitirían abrir nuevas preguntas científicas, habían sido parte de la causa del accidente de Campbell, que había reducido su movilidad sustantivamente⁵. El accidente, inesperado y desafortunado, cambió los planes del astrónomo:

La expedición a Chile ha sido una de mis ocupaciones durante los últimos ocho años, y no es necesario expresar que mi desilusión de no poder ir con la expedición es la más intensa. Tanto los doctores de San Diego como los de San José me disuadieron de tener cualquier idea que podría ir (Carta de Campbell a Bruce, febrero de 1903).

De esta manera, las circunstancias imprevisibles de la vida hicieron que Campbell permaneciera a cargo del Observatorio Lick, en California. La tecnología que él mismo había desarrollado le impedía viajar; con cierta ironía, ahora el espejo reflejaba la intensa frustración de Campbell. El observatorio gemelo del sur estaría en manos de su antiguo asistente, el astrónomo William H. Wright.

Las piezas del telescopio

La mayor parte de las piezas del observatorio se habían encargado y construido cuidadosamente en compañías de distintos sitios de Estados Unidos. El espejo se había trabajado en Pennsylvania, pero después de que éste se quebrara y significara un serio problema para la expedición, se encargó a París y el trabajo de pulido a Allegheny, donde ya existía un observatorio y hombres capacitados para trabajar en sus instrumentos. El éxito en la construcción de las piezas era descrito incluso por el popular periódico *New York Times*:

Espejos para las estrellas [...] Los espejos del telescopio reflectante para uso de la expedición D. O. Mills del Observatorio Lick a Chile, recientemente terminados por una firma de Allenghy, Penn. han llegado a Mount Hamilton en perfectas condiciones (New York Times, 1902).

Así, en la prensa se relataba la circulación de estos objetos que se trasladaban por largas distancias en la preparación de la expedición. El engaste del telescopio fue diseñado en San Francisco, pero construido en Los Ángeles; las partes ópticas habían llegado desde Pennsylvania, y el domo fue construido y embarcado por completo desde Cleveland. La cantidad de compañías e individuos involucrados en la construcción del telescopio que vendría a Chile había sido significativa⁶. De esta manera, la circulación de objetos se desplazaba más allá del viaje imaginariamente lineal entre California y Chile a través del Pacífico; era, efectivamente, un proceso de circulación que conectaba distintos espacios (Hopkins, 2006). En este caso, aquella conexión se producía a través de objetos e infraestructura científica muy particular, mediante la cual se evidenciaba una dimensión global que se vincularía con una realidad local del sur, en esta clave científica (Craciun, y Schaffer, 2016).

Las piezas del telescopio tenían lugares de origen distintos, y habían viajado desde Europa y a través del Atlántico, habían cruzado Estados Unidos en múltiples direcciones, para llegar a California y esperar su traslado hacia el hemisferio sur. Las piezas eran parte de un instrumento científico, pero cada una de sus trayectorias, de algún modo, estaba presente en el destino final.

Después de todas estas travesías, no se podía descuidar que, una vez en Chile, la disponibilidad de mate-

⁵ Campbell no explica cuál fue su accidente, pero presumiblemente había lesionado su espalda, ya que relata la improvisación de una ambulancia para trasladarlo de San Diego a San José (Carta de Campbell a Bruce, febrero de 1903).

⁶ Participaron, entre otras companies, John A. Brasher Co, St. Gobain Plaste Glass Co, ambas de Pennsylvania, además de las instalaciones del Allegheny Observatory. A ellas se sumaron Harron, Richard & McCone Co de San Francisco y Fulton Engine Works de Los Angeles, Warner & Swasey de Cleveland (Campbell, 1907)

riales para instalar el telescopio y luego hacerlo funcionar fuera insegura o insuficiente. De hecho, el entusiasmo de la expedición y las expectativas puestas en ella llevaron a creer que sería necesario realizar delicadas pruebas, para garantizar el éxito de la misión en las lejanas tierras del sur.

[...] todas las partes del telescopio fueron llevadas a la cima del Mount Hamilton y el telescopio y el espectrógrafo fueron ensamblados completamente, en forma preparatoria para asegurar espectrogramas exitosos aquí, y permitir el descubrimiento y remoción de defectos y dificultades anticipadas (Campbell, 1907).

Así, al menos se cercioraban que el ensamblaje de las piezas no presentara problemas. El espectrógrafo efectivamente funcionaba con una técnica muy similar a la que usaba el aparato del Lick. El observatorio gemelo del Lick estaba listo para su construcción en el sur y pronto los espejos de California reflejarían los cielos australes en el domo que erigirían en Chile.

Los instrumentos para el gemelo austral debían resistir un largo viaje en barco, y los espejos eran piezas delicadas. Por esto, Campbell instruyó al astrónomo a cargo, William Wright: “No permita que nadie mueva los espejos sin que esté usted o [el asistente] Palmer presentes. No debe haber ninguna excepción a esta regla” (Carta de Campbell a Wright, febrero de 1903). A continuación, le daba otras instrucciones que también apuntaban a asegurar los espejos: “Examine el espejo grande en San Francisco antes de salir de la oficina expedita. Provea de un bodegaje seguro en Santiago, reasegurándolos si resulta aconsejable” (Carta de Campbell a Wright, febrero de 1903).

Pero el viaje era aun más complejo, pues desde San Francisco llegarían hasta Panamá, por ese entonces aun provincia de Colombia, y allí debían esperar otro tramo de navegación que los llevaría a su destino final. En el primer trayecto, a la altura de Acapulco, Wright informó a Campbell sobre el estado de los espejos: “Descubrimos y miramos el espejo grande el lunes pasado y está bien. Está en la sala de equipaje [...] no será movido en el viaje a Panamá, ya que está apartado” (Carta de Wright a Campbell, marzo de 1903).

Los espejos debían llegar en perfecto estado a Valparaíso, donde los astrónomos enfrentarían un nuevo desafío: llevarlos hasta Santiago, y una vez allí, idear cómo trasladarlos al sitio que escogieran para construir el observatorio. Eran piezas delicadas que estarían muy lejos de su lugar de origen; repararlas podría ser un gran obstáculo para la expedición. Después de dos meses de navegación, el puerto austral de Valparaíso apareció en el horizonte, y los astrónomos pudieron ver por primera vez el que sería su nuevo país de residencia.

La llegada a Valparaíso

Poco antes de que la expedición llegara a Valparaíso, uno de los colegas de Wright en Mount Hamilton –y quien luego lo reemplazaría en Chile–, Heber Curtis, auguraba un buen pronóstico para la expedición.

Todos estuvimos muy contentos de saber que, hasta Acapulco al menos, han tenido buen tiempo y no han sufrido de mareos. Esta noticia está decididamente a su favor según el astrólogo de la montaña, quien ha declarado que la expedición no tendrá más mala suerte (Carta de Curtis a Wright, marzo de 1903).

Pronto los astrónomos de Mount Hamilton se enterarían que las predicciones del astrólogo estaban lejos de hacerse realidad. Mientras tanto, el viaje avanzaba en el vapor *Perú*, en el que venían Mr. Wright, su familia y el asistente Palmer. Lo que habían escuchado de Chile era, posiblemente, que ese país al final del continente era relativamente confiable, considerando la imagen del contexto latinoamericano, generalmente descrito como caótico, convulsivo e incivilizado. Independientemente de la verosimilitud de tal afirmación, lo cierto es que el propio país del sur había contribuido a difundir dicha imagen de orden, como algo excepcional (Silva, 2008). Esa fue, de hecho, la primera impresión del astrónomo a cargo. El 18 de abril de 1903 el vapor llegó a costas chilenas, y Wright describió: “Al desembarcar encontramos que este país goza, aunque no de todas las gracias, de una civilización avanzada” (Wright, citado en Hard, 1972).

Sin embargo, esa primera impresión también contrastó diametralmente con otra realidad del país: “Todos los estibadores estuvieron en huelga el jueves y viernes, y el puerto estaba más congestionado de lo que estuvo San Francisco en circunstancias similares [...] Desembarcamos el espejo el lunes, en un bote a remo mediocre” (Wright, citado en Hard, 1972). Con la referencia a San Francisco, el astrónomo buscaba el reflejo de lo que observaba en el sur a través de su propia experiencia en California.

Por cierto, esta situación alteraba el plan de la llegada a Chile, ya que la huelga afectó la rapidez para desembarcar el delicado equipo de los científicos norteamericanos. Esto significaba una preocupación severa para Mr. Wright.

Durante el intervalo de un mes y algo más, prácticamente ninguna mercancía pudo ser descargada de las barcazas, ni desplazada a la casa de Aduana, ni a lo largo de la costa. La mayoría de nuestras pertenencias fueron descargadas a barcazas y dejadas a la deriva alrededor de la bahía (Wright, 1907).

Se trataba de una de las primeras expresiones de la ‘cuestión social’ en Chile, que ocurrió, precisamente, en Valparaíso (Garcés, 2003). El antecedente de la que luego sería conocida como la huelga del puerto de 1903 se explicaba por la demanda de los estibadores por mejorar sus condiciones laborales. Con una élite incapaz de responder ante los trabajadores, la paralización derivó pronto en una protesta popular, con sustantivos destrozos, saqueos e incendios en la ciudad. En su llegada a Chile, Wright enfrentó precisamente la antesala de esa convulsión social.

“Fui suficientemente afortunado, sin embargo, para poder tomar los espejos y nuestro telescopio, que pesaban con su embalaje unas novecientas libras en, o mejor dicho a través de, la borda de un bote a remos de pasajeros, y una vez equilibrados remamos suavemente a la orilla (Wright, 1907).

Sin mucha alternativa, el astrónomo Wright debió improvisar una maniobra de estibador, y confiar en que sabría cómo remar hasta que sus preciados espejos estuviesen a salvo. Esto era determinante: un solo error habría implicado el término de la expedición y el regreso inmediato a California. Una vez sorteadas las dificultades de la huelga del puerto, la expedición emprendió rumbo a Santiago, la capital del país. Allí no tendrían que lidiar con la humedad de la costa ni con la bruma matutina que parecía ser habitual, tal como lo era en la Bahía de San Francisco. Wright sabía que la distancia era más o menos 120 millas por tren, por lo que parecía apropiado buscar las eventuales comodidades que la capital podría ofrecerles.

La vida en el sur

Santiago parecía ser el lugar idóneo para la instalación de la expedición astronómica. Parte de ello se fundamentaba en la disponibilidad de materiales y provisiones para el correcto funcionamiento del observatorio. Campbell había pedido los detalles de este aspecto a un norteamericano que vivía en Chile, Mr. Hudson, quien informó que: “En Santiago, ladrillos, cementos, y maderas de todo tipo pueden ser obtenidas con facilidad, y comparativamente baratas. También puede encontrar buenos carpinteros, [...] Puede reparar maquinaria ordinaria, e incluso manufacturada, en Valparaíso” (Carta de Hudson a Campbell, enero de 1901).

Aquello era un buen comienzo para los astrónomos. Sin embargo, había especificaciones técnicas con las cuales Hudson estaba menos familiarizado, que se vinculaban, precisamente, a los objetos científicos:

Usted menciona su aparato, pero no sé específicamente a qué se refiere. No creo, por ejemplo, que usted pueda obtener lentes de cualquier medida para reemplazar los que se quiebren, pero podrá lograr cualquier trabajo en metal, y existen buenos elaboradores de cronómetros que sin duda serán capaces de asistirlo (Carta de Hudson a Campbell, enero de 1901).

De este modo, los astrónomos buscaron información para anticiparse a cualquier problema que pudiera surgir tanto en su instalación como en relación con sus aparatos científicos. Por cierto, además de aquellas condiciones materiales u objetivas, que sin duda incidieron en la decisión de instalarse en Chile, había que pensar también en las condiciones climáticas y geográficas de la zona, así como en los recursos tecnológicos de la ciudad. Ello era imprescindible para el éxito de un proyecto de estas características. Era preciso revisar todos los detalles, pues aún no existían observatorios de este tipo en las inmediaciones australes. Hudson también informó sobre estos aspectos:

Las noches en Santiago son muy claras y casi no hay niebla, excepto en los meses de mayo, junio y julio, cuando los días de lluvia se acompañan casi invariablemente de neblina. Hay instalaciones de agua en la ciudad, desde las cuales sin duda el agua puede asegurarse, y la luz eléctrica es usada, pero en una extensión limitada. No puedo decir si podrá ser capaz de asegurar un suministro suficiente para un motor de poder (Carta de Hudson a Campbell, enero de 1901).

Esta información era muy importante, pues, aunque lograran cuidar y proteger sus instrumentos, de nada serviría si las condiciones técnicas de la ciudad no eran las apropiadas. Ya que estos detalles habían sido reportados por un norteamericano en Chile, confiaron en su validez y la expedición siguió su curso. Una vez que sortearon las dificultades de Valparaíso, se encontraron con que la información que había dado Mr. Hudson sobre Santiago era fidedigna.

Al llegar a la capital comprobaron con alivio que los espejos y el espectrógrafo habían resistido el largo viaje. Después de evaluar diversas opciones, decidieron instalarse en un cerro que se usaba de cantera, en el límite norte de la ciudad: el cerro San Cristóbal. El paso siguiente era decisivo:

“El primer ensamblaje y la primera prueba del aparato completo ocurrió en la cima de una montaña en Chile, lejos de donde estaban los fabricantes del instrumento y lejos de los talleres, y fue un gran descanso

ver que no se encontraron grandes dificultades. Hubo algunas, pero quizás menos de las que se anticiparon (Campbell, 1907).

En el montaje del Observatorio en el cerro San Cristóbal, durante la estación lluviosa, se encontraron con algunos obstáculos, pero “Lo más importante de todo fue que la precisión de las observaciones pareció igualar a aquellas hechas con el espectrógrafo Mills en Mount Hamilton” (Campbell, 1907). De esta manera, los resultados que se obtenían en Chile parecían ser de igual calidad a aquellos en California, lo que aseguraba la sincronía entre los observatorios gemelos, y por lo tanto el éxito de la expedición. Ya instalados, los astrónomos de California inmediatamente iniciaron sus estudios científicos en Chile y, junto con ellos, comenzaron a experimentar la sensación de su vida cotidiana en el lejano país del sur.

El mundo de comienzos del siglo XX no era un conjunto de espacios aislados, sino que había una intensa conexión y circulación de saberes, ideas, objetos e individuos (Osterhammel y Petersson, 2005). Sin embargo, la experiencia del viaje ya contenía aquella sensación de desconcierto y familiaridad: comprender un lugar o una sociedad extraña se construía a partir de las propias experiencias o del horizonte de interpretación que entregaba el lugar de origen, en tanto el conocimiento se desplazaba entre individuos, culturas y lugares (Secord, 2004). Así, aun cuando los científicos de California tenían un propósito expreso y cuantiosas tareas por cumplir, el día a día transcurría en Santiago e inevitablemente se establecía una vinculación social y cultural.

Su primer juicio fue optimista: “Como lugar de residencia encontramos Santiago deliciosa. La vida social en la ciudad es tan agradable como sus alrededores son hermosos” (Wright, 1907). A su vez, para los chilenos residentes en Santiago, estos huéspedes producían cierta curiosidad y hasta alguna que otra intriga. Algunos años más tarde, la revista *Zig-Zag* dedicó un artículo a la misión norteamericana, y describía a los científicos de este modo:

Poco, muy poco se les ha visto en las calles de la capital. Rara vez bajaban las agrestes faldas del cerro en que se levanta el observatorio para confundirse por algunos instantes con el resto de los mortales. Embebidos en su contemplación del infinito han dedicado durante tres años todas sus noches a seguir la marcha inescrutable de los astros tratando de penetrar los misterios, de sus evoluciones y de sorprender las reglas supremas que las dirigen (Zig-Zag, 1906).

Sin duda, la tarea astronómica fascinaba y extrañaba a los chilenos de 1900. Por otra parte, los norteamericanos no solo tuvieron que relacionarse con la élite santiaguina o con los inmigrantes norteamericanos, sino también con el pueblo chileno. La primera experiencia había sido de perplejidad y preocupación al llegar a Valparaíso. Pero luego, durante su estadía en Chile, se relacionaron con diversos individuos de los sectores populares, muchas veces con afabilidad y hasta cariño, otras veces, en un tono bastante distinto. La extrañeza en relación con algunas costumbres de esos sujetos populares quedaba en evidencia, precisamente, en torno a los objetos científicos de la expedición. Más tarde, cuando el astrónomo a cargo era Joseph Moore, este informaba con entusiasmo que había recibido un termostato en buenas condiciones. Ese termostato mediría la estabilidad de la temperatura que los espejos requerían para no producir alteraciones en el registro de los espectros. Sin embargo, Moore escribía que “el cable de platino (el que se mueve hacia arriba y hacia abajo en el tubo) no está. No estoy seguro si enviaron uno o si es que se perdió (?) en aduanas” (Carta de Moore a Campbell, enero de 1912). Con aquel signo de interrogación dejaba entrever la desconfianza que le provocaba la pérdida de una de las piezas que había pasado por los funcionarios de aduana.

En otra oportunidad, Moore enfrentó el desafío de tener que hacer reparaciones en su casa, un inmueble que arrendaba a los pies del cerro. El astrónomo relataba cómo había tenido que lidiar con “trabajadores flojos”, hasta que por fin pudo decir a su esposa que con un día más de trabajo todo estaría terminado: “Finalmente, los empapeladores llegaron brillante y temprano y trajeron todo listo para trabajar y después dejaron aviso que se iban para ‘desayuno’ y que regresarían en un ‘rato’. No los vimos por tres días” (Carta de Moore a Campbell, enero de 1912). Este tipo de comportamiento, tan habitual para los chilenos, producía incredulidad en Moore. Otro de estos episodios se repitió al trabajar con las líneas eléctricas en el cerro.

Contratamos dos ‘rotos’⁷ el primer día, para cavar la zanja y los agujeros para los postes, pero hacia el mediodía se emborracharon y después de trabajar una hora o dos en la tarde, tiraron sus herramientas y se fueron sin decir una palabra. Decidimos que era más fácil hacer todo el trabajo que intentar conseguir más de estos flojos chilenos (Carta de Moore a Campbell, diciembre de 1912).

Moore había llegado a la conclusión que era más sencillo hacer el trabajo con sus propias manos, la ayuda de

⁷ ‘Roto’ es el apelativo que se usaba en la época para los hombres del pueblo, generalmente, sin trabajo estable.

su asistente Mr. Sanford, y el mozo que habían contratado para las labores regulares en el observatorio. De este modo, y a pesar de la desazón de Moore, es posible observar cómo a través de esta práctica científica se conectaban culturas y comportamientos. Los objetos científicos parecían tender redes más allá de los aparatos tecnológicos del observatorio, y evidenciaban parte de la relación entre los científicos y la sociedad anfitriona. Otra inesperada vinculación ocurrió tres años después de la llegada de los astrónomos a Chile, ya no a través de los misterios del universo, sino del desconocido interior de la Tierra.

El reflejo bajo tierra

Las complejas observaciones y percepciones del astrónomo Moore ejemplifican lo que todos los astrónomos a cargo hasta ese entonces (William Wright, Heber Curtis, Joseph Moore) habían tenido que enfrentar. Sin embargo, Curtis experimentó una de las conexiones quizás más extremas que podría encontrar entre Chile y California: la experiencia sísmica⁸. Más allá del movimiento telúrico, la situación límite de un terremoto incide también en la comprensión que los propios actores generan de una sociedad, en términos sociales, políticos y culturales (Silva y Riquelme, 2018).

El 18 de abril de 1906 los astrónomos en Chile se enteraron con impacto del terremoto que había afectado a San Francisco, California. No solo se trataba del movimiento calificado en un 7,9º en escala de Richter, sino de los implacables incendios que consumieron la ciudad (Ellsworth *et al.*, 1981). Lógicamente, las noticias llegaron hasta Chile: “Las ansiedades del Dr. Curtis crecieron, no mucho después de su llegada, por las terribles e incompletas noticias de San Francisco en abril, sobre un terremoto y un incendio” (Hard, 1972). Afortunadamente el observatorio Lick, en la cumbre de Mount Hamilton, muy cerca de San Francisco, había resistido el movimiento telúrico. Curtis y su equipo pronto se enteraron que estaba todo bien en el Lick, y que no tenían mayores desastres que lamentar.

Cuatro meses después de esa noticia, él mismo experimentaría un terremoto devastador lejos de su país, en Chile. El 16 de agosto de 1906, a eso de las 8 de la tarde, se produjo un fuerte terremoto, de 8,6 grados Richter, con epicentro cerca de Valparaíso. La situación fue crítica, con más de 2.300 muertos y 20.000 heridos, y con la histeria colectiva, temor e incertidumbre propias de una catástrofe de esa envergadura (Rodríguez y Gajardo, 1906). Por cierto, la cercanía del epicentro a Santiago también

ponía en riesgo las instalaciones del observatorio, y a los propios astrónomos. El primer telegrama tardó algunos días a Mount Hamilton, pero finalmente Campbell leyó con alivio: “Observatorio en Santiago, Chile sin daños y nuestra gente está bien” (Carta de Curtis a Campbell, agosto de 1906).

Para Curtis, este acontecimiento volvía a conectar su experiencia con la vida en California: aquel terremoto, de magnitud similar al de abril en San Francisco, y la distancia de apenas unos meses en estos sismos generaba aquella extraña familiaridad, ahora en una clave caótica y de temor, de estos espacios que se reflejaban el uno al otro.

Cuando finalmente lograron establecer comunicación epistolar con Chile, Curtis relató en detalle cómo había sido la experiencia del terremoto.

Anoche tuvimos un terremoto muy serio, alrededor de las ocho. Hubo dos remesones fuertes, separados por unos pocos segundos, de una duración de cerca de cuatro minutos. Empecé a contar los segundos para medir el tiempo, cambié a un repentino deseo de tirar las lámparas para afuera y terminó en una carrera por el patio empapado de lluvia (Curtis, citado en Hard, 1972).

Esa tarde lluviosa de agosto había generado un caos en la ciudad: “El alboroto era muy grande y por todos los alrededores se podían escuchar los gritos de los nativos” (Curtis, citado en Hard, 1972). La magnitud del terremoto, sumado a la intensidad y frecuencia de las réplicas explicaban las condiciones en que había quedado la casa del astrónomo. El propio Curtis, sin abandonar su espíritu científico, se refería a esta situación.

Siento no haber mantenido un registro exacto de todos los remesones, pero la tierra estaba, literalmente, en continuo movimiento por cuatro horas después del remesón. Durante todo el tiempo, la lámpara de la sala continuó temblando, con sólo una interrupción ocasional de escasos 30 segundos. A cada momento venía un temblor más fuerte que nos hacía correr hacia las puertas (Curtis, citado en Hard, 1972).

Al día siguiente Curtis subió al cerro tan temprano como pudo. En el camino fue testigo de la destrucción que el terremoto había provocado en Santiago, lo que hizo aumentar su preocupación por los instrumentos del Observatorio. Al llegar, vio que no había mayores destrozos, pero de todos modos había que asegurar las piezas porque, tal como había relatado, las réplicas no cesaban.

⁸ La teoría de la tectónica de placas recién se formuló en la década de 1960. Previo a ella, la deriva continental y la experiencia de terremotos eran las formas más habituales de conectar los lugares con características sísmicas.

Lo primero que hice esta mañana fue subir, y encontré todo bien. El tubo estaba inclinado en un ángulo de 10 o 15 grados, sostenido solamente por una de las cuerdas tirantes; algunas botellas y una probeta rota se habían caído en la pieza oscura. Enderezé de nuevo el tubo y puse el secundario y el prisma en un lugar más seguro (Curtis, citado en Hard, 1972).

Finalmente, para el director del Lick Observatory era un motivo de tranquilidad –y felicidad– haber sobrevivido a aquel difícil año de 1906, tanto en el hemisferio norte como en el sur. Exactamente eso transmitía a Mr. Mills:

Es un motivo de felicitación que el Observatorio Lick en Mount Hamilton y que el Observatorio Mills en San Cristóbal, Santiago, sobrevivieron seguramente a través de dos grandes terremotos. Sentimos terriblemente al enterarnos de su pérdida en el incendio del Edificio Mills en San Francisco (Carta de Campbell a Mills, agosto de 1906).

Mr. Mills había sufrido una cuantiosa pérdida, y su elegante edificio corporativo de San Francisco había quedado en cenizas. Sin embargo, al menos sus inversiones científicas tanto en California como en Chile habían resultado sin daños considerables. Haber experimentado un fuerte sismo tanto en San Francisco como en Chile, con apenas unos meses de diferencia, era sin duda una curiosa coincidencia. Ese mismo año, los dos lugares en que se producía el conocimiento científico del Lick habían estado en riesgo por una catástrofe sísmica. La conexión entre estos dos espacios del Pacífico adquiría entonces una dimensión adicional, y las experiencias se reflejaban más allá de la ciencia, la cultura, las prácticas y costumbres sociales.

Espejos de saberes y culturas

Los astrónomos de California permanecieron en Chile por varios años. El plan inicial de una expedición de dos a tres años se convirtió en una estadía de un cuarto de siglo. A través de la misión astronómica D. O. Mills, las experiencias entre Chile y California se conectaron en múltiples dimensiones. El reflejo de saberes entre el norte y el sur que comenzó a partir de 1903 se complementaba con aquella extraña familiaridad de los astrónomos de San José California al arribar a la costa del Pacífico sur. Valparaíso era novedoso en su experiencia, pero algo resonaba en su propio imaginario. Los paisajes del puerto del sur reme-

moraban de manera inquietante a los parajes de su hogar en California: era prácticamente la misma vegetación, en medio de la costa fría del Pacífico y el fondo de las montañas, que en Chile parecían haber exagerado en altura.

Mientras las desconocidas placas tectónicas parecían manifestarse casi en coordinación, los reflejos de los cielos australes y boreales entregaban información hasta entonces insospechada sobre los misterios del universo. Durante aquellos años, los espejos no solo habían sido los objetos clave para registrar las velocidades radiales de las estrellas, sino que habían permitido aventurarse a comprender a las misteriosas estrellas binarias, que funcionan en órbita una en torno a la otra.

Con el correr del tiempo, la expedición del Lick que viajó hasta Chile con una misión científica estableció diversas relaciones entre los astrónomos que representaban a la sociedad norteamericana y la sociedad chilena que los recibía. Algunas de esas conexiones se reflejaron en los objetos que eran parte del equipamiento científico de la expedición, en particular, en los espejos cuya acción permitía el funcionamiento del espectrógrafo. Reconstruir la historia de la expedición del Lick en Chile a través de sus objetos científicos permite evidenciar cómo esta experiencia se enmarca en una tarea científica, pero fue mucho más allá de ella. En este sentido, los espejos permiten observar el reflejo de un Estados Unidos emergente a ojos de los chilenos, frente a un Chile con diversas contradicciones sociales, y que anhelaba y buscaba ser científico, atlántico y blanco; en definitiva, eran los dilemas de la modernidad que se presentaban ante los científicos extranjeros.

La experiencia astronómica y humana de la expedición del observatorio Lick de algún modo entregó un antecedente y una experiencia que fue reactualizada años más tarde, cuando dos instituciones científicas de Estados Unidos (AURA – Association of Universities for Research of Astronomy– y Carnegie Institution) llegaron a instalarse para hacer investigación astronómica de vanguardia en Chile, en la década de 1960⁹.

La diferencia temporal de estas experiencias hace que sean distintas, en muchos aspectos. El mundo de los sesenta vibraba y se transformaba en una frecuencia distinta. La política nacional e internacional, así como los desafíos científicos, sin duda, se distanciaban sustancialmente de aquellos de comienzos de siglo. A pesar de esas diferencias, se trató una nueva historia de relación entre dos sociedades que tomaba forma a través de una misión de ciencia, pero que involucraría negociaciones políticas, relaciones sociales y dimensiones culturales.

⁹ Además de estas instituciones norteamericanas, científicos de ESO (European Southern Observatory) y de la Unión Soviética desarrollaron proyectos de astronomía en Chile (Silva, 2019).

Sin embargo, para sus antecesores de comienzos del siglo XX, esa relación había sido vertiginosa, en distintos sentidos: la incertidumbre del lugar, la extrañeza de las costumbres sociales, la similitud de características espaciales, entre otros, los había hecho estar en un lugar intermedio en que se reconocían y a la vez se distanciaban de ese “otro” de la sociedad chilena. Entonces, el espejo, como objeto que crea la dualidad de una imagen, parecía coincidir con la experiencia de los astrónomos, entre ciencia, vida cotidiana y experiencias culturales.

Así, en esta historia los espejos reflejaban la experiencia propia y del otro, lejos del mito de Narciso, que experimentó el dolor de sólo poder verse a sí mismo. Por el contrario, estos espejos son una metáfora de cómo individuos de América del norte y del sur pudieron verse el uno al otro, y de conectar sus experiencias a partir de una dimensión más esquila que la política internacional. Más que ver el propio reflejo, estos espejos aumentaron realidades y conexiones en astronomía, pero también entre la vida cotidiana de California y Chile. Como reflejo de ese saber y como metáfora de las relaciones sociales, esos espejos eran clave en la generación de información, conocimientos y descubrimientos, pero también en la comprensión de culturas, geografías, mentalidades y experiencias humanas.

Referencias

ALBA, E.; GIL, R.; DOMÉNECH, S.; ALBALADEJO, M. 2018. *La visión specular: el espejo como tema y como símbolo*. Barcelona, Calambur, 496 p.

BROKS, P. 1993. Science, Media and Culture: British Magazines, 1890-1914. *Public Understanding of Science*, 2(2):123-139. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/2/2/003>

CAMPBELL, W.W. 1907. Organization and History of the D.O. Mills Expedition. In: W.W. CAMPBELL; W.H. WRIGHT (eds.), *Publications of the Lick Observatory: Vol. IX, 1907-1911*. W. W. Shannon Publishers; Superintendent State Printing, p. 5-14.

CARTA de CAMPBELL, W.W. a BRUCE, R. 1903. UA 36. Ser 04. Box 8 Folder 5. D. O. Mills Expedition. Correspondence – 13 de febrero. *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de CAMPBELL, W.W. a MILLS, D.O. 1906. UA 36. Ser 04. Box 8 Folder 3. D. O. Mills Expedition. Correspondence – 24 de agosto (telegrama). *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de CAMPBELL, W.W. a WRIGHT, W.H. 1903. UA 36. Ser 04. Box 8 Folder 5. D. O. Mills Expedition. Correspondence – 25 de febrero. *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de CURTIS, H.D. a WRIGHT, W.H. 1903. UA 36. Ser 04. Box 8 Folder 5. D. O. Mills Expedition. Correspondence – 29 de marzo. *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de CURTIS, H.D. a CAMPBELL, W.W. 1906. UA 36. Ser 04. Box 8 Folder 3. D. O. Mills Expedition. Correspondence – 24 de agosto (telegrama). *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de HUDSON, R. a CAMPBELL, W.W. 1901. UA 36. Ser 04. Box 8 Folder 1. D. O. Mills Expedition. Correspondence – 14 de enero. *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de MILLS, D.O. a CAMPBELL, W.W. 1900. UA 36. Ser 04. Box 8 Folder 2. D. O. Mills Expedition. Correspondence – 1º de diciembre. *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de MOORE, J. a CAMPBELL, W.W. 1912. UA 36. Ser 04. Box 10 Folder 1. General Correspondence – 9 de enero. *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de MOORE, J. a CAMPBELL, W.W. 1912. UA 36. Ser 04. Box 10 Folder 1. General Correspondence – 10 de diciembre. *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CARTA de WRIGHT, W.H. a CAMPBELL, W.W. 1903. UA 36. Ser 04. Box 8 Folder 5. D. O. Mills Expedition. Correspondence – 7 de marzo. *Lick Observatory Records*, Mary Lea Shane Archives, University of California Santa Cruz.

CRACIUN, A.; SCHAFER, S. (eds.). 2016. *The Material Cultures of Enlightenment Arts and Sciences*. London, Palgrave Macmillan, 322 p. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-44379-3>.

CURTIS, H. 1909. Astronomical Problems of the Southern Hemisphere. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 21(129):231-244 (10 diciembre).

DASTON, L. 2000. The Coming into Being of Scientific Objects. In: L. DASTON (ed.), *Biographies of Scientific Objects*. Chicago and London, The University of Chicago Press, p. 1-14.

DUNN, R. 2009. *The Telescope: A Short History*. Greenwich, National Maritime Museum, 192 p.

ELLSWORTH, W.L.; LINDH, A.G.; PRESCOTT, W.H.; HERD, D.G. 1981. The 1906 San Francisco Earthquake and the Seismic Cycle. In: D.W. SIMPSON; P.G. RICHARDS (eds.), *Earthquake Prediction: An International Review*. Washington, American Geophysical Union, p. 126-140.

GARCÉS, M. 2003. *Crisis social y motines populares en el 1900*. Santiago, Lom, 258 p.

GERRITSEN, A.; RIELLO, G. 2016. Introduction: The Global Lives of Things. Material Culture in the First Global Age. In: A. GERRITSEN; G. RIELLO (eds.), *The Global Lives of Things: The Material Culture of Connection in the Early Modern World*. London, Routledge, p. 2-28.

GRAVES, R. 1985. *Los mitos griegos*. Vol. 1. Madrid, Alianza Editorial, 253 p.

HARD, B.S. 1972. *Notas sobre los directores de la expedición de D. O. Mills a Chile*. Código 08R-0101, Caja 416, Archivo Histórico Universidad Católica de Chile.

HEARNSHAW, J.B. 2014. *The Analysis of Starlight: Two Centuries of Astronomical Spectroscopy*, New York, Cambridge University Press, 382 p.

HOPKINS, A.G. 2006. *Global History: Interactions between the Universal and the Local*. New York, Palgrave Macmillan, 315 p.

NEW YORK TIMES. 1902. 13 de julio.

OSTERHAMMEL J.; PETERSSON, N.P. 2005. *Globalization: A Short History*, Princeton and Oxford, Princeton University Press, 200 p.

RODRÍGUEZ, A.; GAJARDO, C. 1906. *La catástrofe del 16 de agosto de 1906 en la República de Chile*. Santiago, Imprenta Barcelona, 356 p.

ROBERTS, L. 2009. Situating Science in Global History: Local Exchanges and Networks of Circulation. *Itinerario*, 33(1):9-30. <https://doi.org/10.1017/S0165115300002680>

SANHUEZA, C. (ed.). 2017. *La movilidad del saber científico en América Latina: objetos, prácticas e instituciones (Siglos XVIII al XX)*. Santiago, Editorial Universitaria, 200 p.

SECORD, J.A. 2004. Knowledge in Transit. *Isis*, 95(4):654-672. <https://doi.org/10.1086/430657>

SILVA, B. 2008. *Identidad y nación: Patria Vieja, Centenario y Bicentenario*. Santiago, Lom, 198 p.

SILVA, B.; RIQUELME, A. 2018. *Una identidad terremoteada: comunidad y territorio en el Chile de 1960*. Santiago, Ediciones Universidad Alberto Hurtado, 187 p.

SILVA, B. 2019. Transnational Astronomy: Science, Technology, and Local Agenda in Cold War Chile. *Journal of History of Technology*, 34:187-202.

THE SAN FRANCISCO CALL. 1902. 27 de agosto.

THOMPSON, B.J.; KINGSLAKE, R. 2002. Optics. In: *Britannica*. Disponible en: <https://www.britannica.com/science/optics#ref420085>.

WRIGHT, W.H. 1907. Introductory Account of the D.O. Mills Expedition. In: W.W. CAMPBELL; W. H. WRIGHT, *Publications of the Lick Observatory: Vol. IX 1907-1911*. W. W. Shannon; Superintendent State Printing, p. 15-24.

ZIG-ZAG. 1906. El observatorio del San Cristóbal. 13 de mayo.

Submetido em: 24/01/2019

Aceito em: 29/04/2019