

BARBARA KIRSI SILVA*

El Universo se encuentra en Atacama. Fragmentos de cosmos desde un observatorio del desierto**

Introducción: el día, la noche y sus registros

Cuando cae la noche es posible ver la luz de las estrellas. El movimiento de la Tierra sobre su propio eje genera la recurrencia del día y la noche, marcado por la presencia o ausencia del astro que rige nuestro sistema: el sol. Al dar la vuelta, mientras el sol ilumina parte de la Tierra, en la cara opuesta la oscuridad permite observar las estrellas que componen las galaxias y nebulosas, aquellos sistemas gravitacionales del universo. Un “simple” movimiento hace posible que exista la astronomía, la ciencia dedicada al estudio y comprensión de los cuerpos celestes. Si bien la relación de los seres humanos con los astros ha existido desde tiempos remotos, el estudio científico de la materia en el universo se ha profundizado y diversificado con especial intensidad en siglo XX, en la medida en que la producción de tecnología ha permitido acceder a distancias y detalles astronómicos antes inalcanzables.

En la actualidad, la observación astronómica a ojo desnudo o con telescopios simples es una actividad que ha quedado en el campo de la belleza, de la capacidad de maravillarse con los misterios desconocidos del universo y quizás de la reflexión filosófica. Mientras, la ciencia astronómica ha generado lazos cada vez más estrechos con tecnología de vanguardia, que supone una inversión de tiempo y recursos de gran envergadura. Para tomar esas decisiones relativas a dicha tecnología, los astrónomos necesitan contar con una serie de registros y datos, que permitan asegurar la asertividad

* Pontificia Universidad Católica de Chile.
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9234-4198>. E-mail: bsilvaa@uc.cl.

** Este artículo es producto del proyecto Fondecyt Iniciación n° 11200168.

de las decisiones de dónde instalar aquellos enormes objetos que buscan ser una ventana hacia el universo.

Esas puertas de entrada al universo, los telescopios, evidencian una condición temporal inexorable: al observar los astros en el presente, observamos el pasado, en tanto esa luz que vemos fue emitida por las estrellas hace miles de años-luz atrás. Del mismo modo, aunque en otra escala, al proyectar la observación de las estrellas en el futuro, la astronomía necesita ir a su propio pasado para buscar datos y registros que permitan dar mayor soporte a sus decisiones para el futuro.

En este capítulo se presenta una de estas historias astronómicas, que conecta distintas temporalidades y espacialidades. Al indagar en el lugar de construcción de uno de los observatorios de mayor innovación de la década de 1990, Paranal, es posible encontrar múltiples relaciones. Los datos y registros que contribuyeron a tomar esa decisión conectan a Europa y Sudamérica a través de ESO (European Southern Observatory) y el desierto de Atacama, en Chile. En esa conexión se intersecta la infinita secuencia del día y la noche, en tanto se usaron registros tanto solarimétricos como astronómicos. Y aquellos datos provienen de temporalidades diversas del siglo XX, ya que esos registros se buscaron en distintas experiencias que se llevaron a cabo en Chile: una expedición astronómica pionera de California de inicios del siglo XX, el Observatorio Solar de Smithsonian Institution de la década de 1920, y los inicios de la astronomía contemporánea en el país del sur, en los años sesenta.

En esta experiencia, es posible observar un tránsito de los objetos de conocimiento identificados como datos y registros entre continentes y entre décadas. A su vez, ese tránsito permite analizar cómo parte de la comunidad científica europea entregó un nuevo significado a estos registros. Al comprenderlos como piezas claves de sus decisiones, estos datos y registros se convierten en fragmentos del conocimiento, cuya interacción con los astrónomos posibilitó la innovación y la construcción de sus propios objetos de investigación astronómica.

Al significar estos registros como objetos en tránsito entre espacialidades y temporalidades emerge su rol en la articulación del conocimiento necesario para que, a finales del siglo XX, se construyera un nuevo lugar de ciencia. Paranal, aunque es un lugar en el desierto, también acoge a un artefacto de innovación: el VLT (Very Large Telescope o telescopio muy grande), ensambla y sincroniza cuatro espejos de manera que se convierte en un gran reflector, un nuevo “objeto astronómico” que abre las puertas para acceder al pasado del universo.

Tal como ha señalado Lorraine Daston, los objetos científicos pueden ser difíciles de encontrar, tanto por el esfuerzo teórico y empírico que implican, como por la necesidad de contar de instrumentos poderosos que hagan accesibles a esos objetos. Pero, al mismo tiempo, estos objetos científicos son tan evidentes como aquellos objetos cotidianos (Daston 2000, 2). Los datos necesarios para la observación astronómica se asocian a estas características; la luz de las estrellas, la claridad de la noche o la intensidad de la

radiación solar es una experiencia accesible para todo ser humano, científico o no. Pero, la ciencia tiene la capacidad de convertir esas experiencias en registros y datos, a los que da nuevo significado orientado a desplazar el conocimiento científico, en este caso, en torno a la comprensión del universo. En este sentido, es posible comprender aquellos registros y su utilización múltiple tanto como objetos “reales” como “históricos” (Daston 2000, 3)¹.

Si consideramos que estos registros científicos se desplazan tanto espacial como temporalmente, entonces debemos integrar su capacidad de comunicación, al generar una circulación del conocimiento (Secord 2004). De este modo, la historia de la ciencia, en tanto práctica cultural, se vincula con una historia del conocimiento, que trasciende su espacio y tiempo (Renn 2015). Dicho de otro modo, al conectar momentos del siglo XX científicamente muy disimiles entre sí, es posible comprender que se trata de registros que se explican y se anclan a su propio contexto de producción, pero al mismo tiempo escapan de él (Latour 2000, 251). Aun más allá, centrarse en el desplazamiento de estos registros permite cuestionar la temporalidad lineal de una historia en perfecta sucesión. Por ello, en este artículo no se presenta un relato cronológico, sino que la temporalidad de ese siglo XX se construye a partir de los viajes de estos registros-objetos.

De igual modo, la aparente sucesión excluyente del día y la noche –las instancias desde donde provienen estos datos– se convierte en un contexto fluido que se complementa de manera constante. Metafóricamente, esta figura puede desplazarse más allá de la aparente condición binaria de realidad e historicidad, en tanto el contexto de producción, más que determinar temporal y espacialmente a los registros, abre canales mediante los cuales estos pueden ser resignificados para, a su vez, legitimar un nuevo objeto científico: un telescopio europeo de vanguardia en un desierto del sur del mundo.

1960: el inicio de la astronomía contemporánea en Chile

La búsqueda de un lugar en Chile para construir este novedoso telescopio no fue arbitraria ni casual. Ello se explica porque, hacia la década de 1990, ESO ya llevaba más de veinte años generando observación astronómica en Chile. Su historia se remonta a la década de 1960, cuando los europeos decidieron construir su observatorio austral en Coquimbo, la zona sur del desierto de Atacama.

En el proceso científico de producción de conocimiento astronómico del siglo XX, Chile ha tenido un lugar singular. Esto se justifica, entre otras razones, por la latitud austral, que permite acceder a porciones del universo que no son visibles desde el hemisferio norte, como el centro de la Vía Láctea o las nubes de Magallanes. Ello se complementa con condiciones de observación privilegiadas, que suponen la ausencia de humedad,

1 Como Daston discute aquí la condición metafísica de los objetos, el apelativo “real” hace referencia a su condición material, más allá del significado que le da un individuo; en otras palabras, lo que lo hace “objetivo”, valga la redundancia.

estabilidad atmosférica y noches despejadas. Estas características fueron clave en la llegada de la astronomía internacional a Chile, y se complementaron con un clima político favorable a la generación de negociaciones y de acuerdos, que podía asegurar la inversión astronómica en juego.

La llegada de la astronomía europea a Chile no se hizo de manera directa, sino que tuvo algunos vaivenes. Hacia mediados de la década de 1950, los astrónomos de distintos países europeos comenzaron a avanzar en el proyecto de asociarse, en la medida en que las condiciones de la posguerra hacían difícil que cada Estado pudiese asumir de manera individual los altos costos de la investigación astronómica de vanguardia (Blaauw 1991, 2). En 1954, seis países europeos firmaron una declaración² en la que establecían las razones y las directrices para generar una acción conjunta en astronomía. Además de hacer eco de una Europa devastada y con escasos recursos para la investigación científica, establecieron con vehemencia la necesidad de observaciones australes, que se encontraban en un estadio significativamente más precario que aquellas del hemisferio norte³. Al concluir, esta declaración establecía que el lugar de construcción de este observatorio sería Sudáfrica. La “Charte de Janvier” fue pronto conocida como el hito fundacional de ESO, European Southern Observatory (el observatorio europeo austral).

Al año siguiente, y en tanto ESO comenzaba a tomar forma institucional, se iniciaron las primeras exploraciones en distintos sitios de Sudáfrica (Blaauw 1991, 20). Entre 1955 y 1963 se evaluaron lugares en las cercanías de Pretoria y, con mayor atención, en el Gran Karoo. Esa evaluación consistía en registrar las condiciones de visibilidad, con especial preocupación por la generación de turbulencias que hacen la atmósfera inestable y, por lo tanto, distorsionan las imágenes que se pueden obtener de los cuerpos celestes. Pero, al mismo tiempo, las preocupaciones crecían por la inestabilidad política del país africano, que hacía aproximadamente una década experimentaba las consecuencias de la imposición del Apartheid (Oort 1960).

En paralelo, ESO se había consolidado como institución, con la firma de los acuerdos y la ratificación de los procesos legales correspondientes. Además, en 1959 había recibido una subvención por parte de la Fundación Ford, de Estados Unidos, por 1 millón de dólares de la época (Edmonson 1997, 206)⁴. Aquello hacía más viable los planes de construir un observatorio austral, al tiempo que, indirectamente, estrechaba los lazos con Estados Unidos. En este último país, el plan de construir un observatorio en el hemisferio sur también estaba en marcha, y ya estaban haciendo exploraciones en Chile.

2 Los seis países eran: República Federal Alemana, Bélgica, Francia, Países Bajos, Suecia, y Gran Bretaña. Algunos años más tarde Gran Bretaña se retiró del acuerdo de ESO con la expectativa de generar un proyecto independiente. Cuando se firmó el acuerdo de ESO, en 1962, Gran Bretaña ya no formaba parte de la iniciativa.

3 Este documento se conoció como la “Charte de Janvier”, firmada en Leiden, en enero de 1954. Se encuentra reproducida en el estudio de Adrian Blaauw 1991, 3.

4 El documento preciso que avala ello se encuentra en el archivo de la Fundación Ford, titulado “Docket Excerpt, Meeting of Board of Trustees”, y fechado en septiembre de 1959.

En un comienzo ello no pareció alterar el programa de ESO. En 1959, el astrónomo Gerard Kuiper (entonces en la Universidad de Chicago, y luego en Arizona) había encargado a Jürgen Stock, un astrónomo alemán que trabajaba en Estados Unidos, que liderara una expedición a Chile, con el objetivo de evaluar las condiciones de observación astronómica allí. Stock realizó mediciones en diversas montañas de la zona semiárida de Coquimbo, con características similares al Karoo, en Sudáfrica. Ese mismo año, al conocer los planes de los norteamericanos, en el Comité de la asociación europea se señaló que aquel proyecto “tendrá poca influencia en el desarrollo de ESO” (Blaawu 1991, 44).

Sin embargo, al cabo de poco más de un año Jan Oort –uno de los astrónomos involucrados en el nacimiento de la asociación europea– evidenció un giro en el posicionamiento de ESO, al sostener que “teniendo a la vista que los americanos recientemente han obtenido indicaciones favorables para su locación en Chile, deberemos revisar seriamente la posibilidad de un cambio radical en relación con la locación de nuestro observatorio” (citado en Blaawu 1991, 48).

Mientras Stock continuaba con sus exploraciones en Chile, AURA (Association of Universities for Research of Astronomy, la asociación estadounidense de universidades para la investigación en astronomía) se había hecho cargo de liderar el proyecto del observatorio austral y había decidido construir sus instalaciones en Cerro Tololo, en las cercanías de La Serena (Edmonson 1997, 148). Según los registros del astrónomo en las mediciones de diversos sitios, allí se encontraban las mejores condiciones de observación. Stock también había evaluado algunos lugares en Atacama, específicamente en la zona de Copiapó, unos 400 kilómetros al norte de Tololo. En los registros que obtuvo en La Peineta (**fig. 1**), si bien las noches eran sorprendentemente claras, el viento que se levantaba por las noches traía polvo del desierto, y aquello afectaría la calidad de la observación de los telescopios (Stock 1961, 266).

Cuando ESO comenzó a evaluar la posibilidad de cambiar su plan y trasladarse a Sudamérica, decidieron que no medirían las condiciones de observación, ya que confiaban en los registros y datos de Stock (Blaawu citado en Edmonson 1997, 208). Duplicar esos esfuerzos sería un desperdicio de tiempo y de dinero. En 1962, se firmó oficialmente el convenio de ESO (“Convention pour la Création...” 1962), y sus acciones en Chile se volvieron un proyecto concreto.

Si bien la acción conjunta que se intentó buscar entre europeos y norteamericanos no dio resultados, cada uno de ellos construyó sus observatorios en la región de Coquimbo, apenas a 100 kilómetros uno del otro: Cerro Tololo Interamerican Observatory, de AURA, y La Silla, de ESO. Los dos observatorios estaban en operaciones hacia el final de la década de 1960.



1 Identificación de sitios astronómicos en Chile. Elaboración del autor.

Los años que siguieron, tanto ESO como AURA se dedicaron a explorar qué posibilidades podía ofrecer la observación astronómica desde Chile, con sus recién inaugurados observatorios. Luego, el golpe de Estado de 1973 y la imposición de una violenta dictadura a partir de ese año impactaron en cada uno de los aspectos de la vida de la ciudadanía chilena. Consecuentemente, entre los cambios políticos y la severa situación en torno a las violaciones a los derechos humanos, la astronomía internacional, si bien continuó trabajando intensamente en el país, no modificó sus condiciones ni instalaciones sustantivamente durante aquellos años. Se añadieron telescopios, pero en los mismos sitios de observación en que ya operaban (McCray 2004, 179). Sin embargo, con el regreso de la democracia en el país, en la década de 1990, esta situación cambiaría radicalmente.

1990: Paranal y las estrellas del desierto

El 27 de marzo de 1998, ESO anunció con satisfacción que la primera unidad de su nuevo telescopio había visto la “primera luz”, y que los registros obtenidos eran exitosos (ESO 1998). Se trataba del VLT (Very Large Telescope – telescopio muy grande), el proyecto que situaba un enorme observatorio en Paranal, en el desierto de Atacama en Chile. Este observatorio consistiría en cuatro telescopios con espejos reflectores de 8 metros cada uno, con la gran innovación que estos espejos podrían actuar individualmente o en conjunto, de forma sincronizada, que simularía un espejo de mucha mayor capacidad. La decisión se había hecho oficial en 1987, cuando la organización comunicó su plan de construir VLT como “un nuevo concepto tecnológico” (ESO 1987a), y que sería, para ese momento, el telescopio óptico más grande del mundo.

La construcción había tomado más de diez años, e incluso más, si la cronología se cuenta desde que los astrónomos europeos comenzaron a pensar en la posibilidad de un segundo observatorio en Chile, en 1983 (Woltjer 1991, 5). En ese momento, las condiciones políticas ciertamente no eran las más favorables, aunque, una vez que decidieron llevar a cabo el proyecto, el gobierno de Chile, aun en dictadura, donó los terrenos de un cerro en las cercanías de Antofagasta, en pleno desierto de Atacama⁵.

Para la astronomía, este era un gran paso en relación con los instrumentos que las comunidades de científicos e ingenieros eran capaces de construir y que, a su vez, permitirían una comprensión distinta del universo. Al mismo tiempo, con el plan de construir Paranal, el desierto de Atacama tomaba un nuevo significado, en tanto acogería la actividad astronómica de vanguardia de las últimas décadas del siglo XX.

Si bien ESO ya tenía más de veinte años operando en Chile, aquello había ocurrido entre el observatorio La Silla, en Coquimbo, y sus oficinas en Santiago. De hecho, los observatorios internacionales estaban instalados a pocos kilómetros, todos en la zona sur del desierto de Atacama, en el área de Coquimbo. El proyecto de Paranal llevaba a la astronomía al corazón del desierto, un lugar, que, hasta entonces, solo había sido explorado para la observación astronómica, pero aún no se habían construido instalaciones allí.

Uno de los aspectos clave para impulsar el proyecto de Paranal era contar con los datos y registros que aseguraran que era un lugar idóneo para la observación astronómica. En la trayectoria de ESO y su llegada a Chile, ellos no habían recopilado muchos registros de los posibles sitios para construir los observatorios, sino que esa había sido una tarea de la iniciativa norteamericana. Por lo tanto, si bien era factible realizar mediciones en ese momento, tal como le había ocurrido a Stock décadas antes, los registros debían realizarse durante un periodo de tiempo extendido, de manera de basar sus decisiones en condiciones climáticas y atmosféricas estables, y no excepcionales. En consecuencia, un registro histórico podría asegurar con mayor asertividad cuáles eran las condiciones basales de la observación.

5 ESO la consigna en su propia línea de tiempo, en <https://www.eso.org/public/about-eso/timeline/>.

El nuevo telescopio, VLT, integraba la observación infrarroja. Además de buscar un lugar con cielos despejados y ausencia de turbulencias en la atmósfera, debían pensar en la humedad. El vapor de agua presente en la atmósfera de la tierra dificulta este tipo de observación, por lo que era preciso cautelar una bajísima humedad atmosférica. Era evidente que necesitaban un lugar árido, pero para ello no bastaba contar con los registros de humedad local, pues en la observación infrarroja es relevante el vapor de agua acumulado en la atmósfera sobre el sitio de observación. Es decir, el vapor de agua puede ubicarse en capas algo más altas que la altitud en la que se toman los registros meteorológicos. Uno de los encargados en recabar todos estos registros sería el astrónomo Arne Ardeberg, que sintetizó las mediciones obtenidas en la primera ronda de registros, entre 1984 y 1986 (Ardeberg 1986).

Si bien estas condiciones se encontraban de manera satisfactoria en La Silla, donde estaba el observatorio de ESO, no eran las óptimas para observación infrarroja. Por lo tanto, debían intentar encontrar un sitio algo más al norte, en la medida en que el desierto de Atacama avanza y se vuelve cada vez más árido. Al indagar en qué condiciones podían encontrar más al norte de Coquimbo, se volcaron hacia los registros de Montezuma, el Observatorio Solar construido por Smithsonian Institution en 1918, en las cercanías de Calama (Woltjer 1991, 6). Aunque había sido construido con un propósito totalmente distinto, esas mediciones de más de setenta años atrás podían dar luces sobre las condiciones del norte chileno para la observación infrarroja. De hecho, incluyeron mediciones cerca de las estaciones del Observatorio Solar de comienzos del siglo XX: Montezuma y Aucanquilcha. Pero también incluyeron la Sierra de Varas, un lugar que un astrónomo norteamericano había explorado en 1909 (Ardeberg y Lindgren 1984).

De este modo, el astrónomo Ardeberg y su equipo revisitó espacios del desierto que habían sido explorados décadas antes, cuando el siglo XX apenas comenzaba. Sus registros se complementarían con aquellos que habían sido obtenidos para investigaciones científicas relativas tanto al sol y como a las estrellas, cuando la observación infrarroja aun ni se sospechaba. Así, como objetos que transitaban a través del tiempo, los datos históricos le daban solidez a una de las exploraciones que buscaba sostener una de las innovaciones más ambiciosas en la astronomía de finales del siglo XX.

1900: la aventura del astrónomo Curtis en Atacama

La exploración más sustantiva de Atacama para la observación astronómica se había hecho a inicios del siglo XX. En 1903, una expedición proveniente del Observatorio Lick se había instalado en Santiago, y había construido allí un observatorio astronómico gemelo a una de sus instalaciones en Mount Hamilton, California⁶. El plan inicial

6 La historia completa de esta iniciativa astronómica integra diversas dimensiones que vinculan la astronomía de Estados Unidos y la cultura chilena. La exploración de Atacama aquí descrita es apenas uno de los relatos de esta historia. La historia completa de la experiencia de los astrónomos del Lick en Chile se encuentra en *Astronomy at the Turn of the Twentieth Century. Chasing Southern Stars* (Silva 2019a), que se centra en el

de generar observaciones desde Chile durante dos a tres años se había extendido, y la misión había permanecido en el país. Su expedición usaba un espectrógrafo, con el que podían registrar los espectros de las estrellas, y estudiar su movimiento a partir de la información obtenida en las distintas longitudes de onda de su luz.

Los astrónomos se sucedían cada tres años aproximadamente y uno de ellos, Heber Curtis, al terminar su nombramiento como astrónomo a cargo en Santiago, emprendió un viaje a Atacama, específicamente a la región de Copiapó. El objetivo era explorar la zona, y evaluar si allí había mejores locaciones que, en Santiago, en caso de que la idea de instalar una estación permanente del Observatorio Lick en el hemisferio sur algún día llegara a concretarse.

Después de dos días de navegación desde Valparaíso, Curtis llegó a Caldera, y desde allí tomó un tren hasta Copiapó. Al llegar y, atendiendo a comentarios que había recibido en su trayecto hacia la zona, el astrónomo se sorprendió por la densa nubosidad de la mañana. Intentó recabar más información y comenzó su recolección de datos con actores locales:

I took occasion to question many people after my arrival, in particular hack drivers, vegetable venders, policemen, etc., whose duties brought them up early in the morning. Their testimony and that of other residents seems practically unanimous that the mornings during the year when there are not thick clouds or fog at dawn are the exception. (Curtis 1909, 4)⁷

Curtis tenía experiencia en la observación de este tipo de nubosidad, pues desde las alturas de Mount Hamilton, en California, era posible ver las nubes que entraban por la madrugada desde la bahía de San Francisco. Por esto, su atención estaba en las montañas cercanas.

These clouds are driven up from the sea, sometimes low enough to be felt as fog, at other times higher, but almost always thick enough to cover all the peaks around; I watched it come or go on four occasions and there would be no elevation near by high enough to escape it". (Curtis 1909, 4)⁸

Al menos en lo que podía observar del entorno de Copiapó, la altura no era suficiente para escapar a la niebla. Una de sus conclusiones fue que “a lo largo de toda esta costa, tal como en California, una niebla extremadamente densa (chamacha?) entra y

periodo 1903-1929 y en *Estrellas desde el San Cristóbal. La historia de un observatorio pionero en Chile* (Silva 2019b), que reconstruye la historia del observatorio hasta 1995.

7 Tuve ocasión de preguntar a muchas personas después de mi llegada, en particular a conductores, vendedores de vegetales, policías, etc. cuyos deberes los hacen estar en labores temprano en la mañana. Su testimonio y el de otros residentes es prácticamente unánime en que las mañanas del año en que no hay gruesas nubes o niebla al amanecer son la excepción

8 Estas nubes llegan desde el mar, algunas veces suficientemente bajas para que se sientan como neblina, otras veces mas altas, pero casi siempre lo suficientemente gruesas para cubrir las cumbres alrededor. La vi ir y venir en cuatro ocasiones y no había elevación alguna en las cercanías lo suficientemente altas para escapar a ellas.

cubre todo hasta una altitud de 4 mil pies” (Curtis 1916). Su contacto con personas de la zona debe haber sido lo que lo llevó a intentar reproducir la denominación local de esta niebla: *camanchaca*. Así, un pequeño fragmento del mundo indígena, una palabra con posibles raíces quechua y aymara, se desplazaba inesperadamente hacia un reporte de ciencia astronómica.

Otra de sus preguntas era cuál era el momento de la madrugada en que la niebla se desplegaba desde el mar. Si aquello ocurría cerca del amanecer, entonces no suponía mayor problema para la observación astronómica. Su recolección de experiencias de actores locales lo orientó en esta materia: “Con respecto a cuándo entra esta niebla regular, no hay registros confiables, pero la mayoría de las personas está de acuerdo que es desde las 10 a 12 de la noche en el invierno y generalmente más tarde en los meses de verano” (Curtis 1909, 4-5). Con ello, la factibilidad de hacer observación astronómica eficiente se debilitaba profundamente.

Para poder asegurar aquellos testimonios que había recogido, Curtis fue a buscar los registros que mantenía el establecimiento educacional de la zona⁹:

The Liceo at Copiapo has kept good weather records. There were some kept as far back as 1869-75 [...] The records were taken at 7.30 AM, 1.30 and 9 PM. Cloudiness is marked on a scale of ten and only those dates marked five to ten, inclusive, are included in my count [...] Nearly always at 7.30 AM the number is 10, frequently with the note ‘neblina’ (fog) when low enough to be felt as such. (Curtis 1909, 5)¹⁰

A partir de los registros del Liceo de Copiapó, Curtis elaboró dos tablas con la neblina observada en cada mes del año, entre 1888 y 1901, tanto a las 9 de la noche como a las 7 de la mañana (Curtis 1909, 6-7). El astrónomo también notó que los datos no eran totalmente certeros, pues esta escala de 1 a 10 para determinar la nubosidad del cielo era altamente subjetiva. Sin embargo, dado que para la observación astronómica requerían de noches despejadas, aun con esa subjetividad estos datos eran útiles. Además, los registros parecían avalar consistentemente su propia experiencia en Copiapó:

All reports agree with regard to the prevalence of sea fog all along this coast for Valparaiso to Callao [in Peru] [...] From mining and travelling men corroborative reports were secured of morning cloudiness equal or worse than Copiapo in Vallenar, Vicuña, etc. to the south at places at similar altitudes to the north. The only way to escape this sea fog seems to be to get above it. (Curtis 1909, 8)¹¹

9 Aunque es un tema distinto, vale la pena resaltar las distintas funciones que cumplían los establecimientos educacionales en el pasado, con particular atención en la recopilación y mantención de datos, como ocurre en este caso con registros meteorológicos.

10 El Liceo de Copiapó ha mantenido buenos registros meteorológicos. Algunos datan de 1869-75 [...] los registros se tomaron a las 7.30 am, 1.30 y 9 pm. La nubosidad se marca en una escala de diez y solo tomé las que se registraron entre 5 y 10. [...] Casi siempre a las 7.30 am el numero es 10, usualmente con la anotación ‘neblina’ cuando es suficientemente baja para sentirse como tal.

11 Todos los reportes coinciden en relación con la prevalencia de nieblas marinas en la costa desde Valparaíso hasta Callao [en Perú] [...] Hombres de minas o de viajes han corroborado en sus reportes que aseguran niebla

De la misma manera en que Curtis recabó datos sobre la niebla, lo hizo con las temperaturas, para calcular la oscilación térmica diaria, esto es la diferencia de temperatura entre el día y la noche. Aquello era crucial, pues afectaba las condiciones de operación de los espejos y de los artefactos astronómicos (Campbell 1907, 10). A pesar de que en el desierto se produce una pronunciada diferencia de temperatura entre el día y la noche, la cualidad y calidad del cielo era el principal objetivo de Curtis en aquella expedición.

La expedición del astrónomo tomó un paso más, y fue a indagar en la zona de Puquios, y en especial en lo que el llamó el Llano de Varas, pues había recibido comentarios de la gran claridad del cielo que podía encontrar allí (Curtis 1909, 10). De hecho, comparó el lugar con Arizona, donde décadas después se instaló en observatorio nacional de Estados Unidos, en Kitt Peak. Allí era muy excepcional ver nubes, y cuando de algún modo esa gruesa niebla llegaba hasta la zona, se disipaba pronto. Según Curtis, “ni una sola nube se vio durante el día o la noche durante mi estancia en Puquios [...] la impresión de todos con quienes hablé es que la abrumadora mayoría de los días y noches son perfectamente despejados” (Curtis 1909, 13).

La expedición de Curtis dio como resultado el reporte de las condiciones de la zona, que se desplazó desde Chile hasta el Observatorio Lick en California. Si bien las condiciones de conectividad y habitabilidad de Atacama en 1909 eran sumamente precarias, las condiciones de visibilidad eran sorprendentes: “El cielo en el llano [de Varas] me impresionó como muy azul y puro; no hay emblanquecimiento hacia el horizonte. La noche en Copiapó es usual, en Puquios muy transparente y clara” (Curtis 1909, 20). La decisión de los astrónomos del Lick fue dejar el observatorio en Santiago, en la cumbre del cerro San Cristóbal. En ese entonces, parecía una empresa muy arriesgada y costosa trasladar el equipamiento a la desolación de Atacama. Su trabajo desde Santiago fue provechoso, y permanecieron allí hasta 1929, cuando regresaron a California y vendieron el observatorio a la Universidad Católica de Chile¹².

Sin embargo, el reporte de Curtis permaneció en los registros de California. Su impacto en la posterior historia de la astronomía en Chile es difícil de precisar, aunque en ocasiones se le ha atribuido un papel central (Leiva 2010, 21). Lo que sí es posible sostener es que algunos de los promotores de ESO sabían de la existencia de este reporte, y por lo tanto de las condiciones para la observación astronómica en Atacama (Duerbeck et al. 1999, 37). Por otra parte, las redes personales en una comunidad de astrónomos aun pequeña a mediados del siglo XX facilitaron la circulación de esa información (Silva 2022a). Sin ir más lejos, Jürgen Stock era alemán y había estudiado con Otto Heckmann,

de mañana igual o peor en Vallenar, Vicuña, etc. hacia el sur y en lugares de altitud similar hacia el norte. La única manera de escapar de esta niebla marina parece ser subir por sobre ella.

12 El mecanismo fue que Manuel Foster, un ex alumno de la universidad que había trabajado en el Ministerio de Relaciones Exteriores cuando la expedición del Lick llegó a Chile, compró las instalaciones y las donó a la Universidad (Silva 2019b, 170 y ss)

otro de los astrónomos involucrados en ESO, y tenía estrecho contacto con Donald Shane, a mediados del siglo, director del Observatorio Lick y que luego asumió la presidencia de AURA (Lorenzen 1996, 71). Al mismo tiempo, el director del observatorio del San Cristóbal –para ese entonces en manos de la Universidad Católica de Chile– fue a perfeccionarse con Jan Oort, de ESO (Silva 1962).

Concretamente, había conexiones personales que hacían posible recuperar aquellos registros y datos de comienzos del siglo, aun cuando la expedición de Curtis hubiese quedado parcialmente olvidada en las estanterías del Observatorio Lick (Duerbeck et al. 1999, 37). Algunas décadas después, cuando la experiencia de ESO en Chile ya se había asentado, y se disponían a embarcarse en el proyecto de un segundo observatorio en Atacama, este reporte les dio luces sobre lo que podrían cientos de kilómetros más al norte de La Silla. Sin embargo, estos registros por sí solos no eran suficiente. La segunda historia que se involucró en el telescopio de vanguardia de Paranal estuvo vinculada a la estrella diurna: el sol.

1920: Smithsonian y el Observatorio Solar Montezuma

Ya a inicios del siglo XX, científicos e ingenieros norteamericanos habían identificado que la región de Atacama tenía una ubicación óptima para estudiar el sol. Esa referencia estuvo presente cuando, en 1918, Charles Abbot, director del Observatorio Astrofísico Smithsonian, decidió instalar una estación en las cercanías de Calama, en el norte de Chile. El objetivo era medir la radiación del sol en la superficie terrestre y sus posibles variaciones tanto en cuestión de días como de semanas (Abbot 1918, 313). El físico había estado trabajando en el proyecto de comprobar la variabilidad del sol desde comienzos del siglo. Para poder llegar a una conclusión fiable, sus mediciones debían ser consistentes en distintas partes de la superficie terrestre, de manera de asegurar que los datos referían a la radiación solar y no a la densidad de la atmósfera. Para Abbot, ya que “es imposible ir afuera de la atmósfera a observar” (Abbot 1918, 313), aquello debía cautelarse con la consistencia de las mediciones. En aquellos años, la posibilidad de enviar artefactos al espacio aun era terreno exclusivo de la ciencia ficción.

De hecho, el proyecto había encontrado más de alguna dificultad, como, por ejemplo, las observaciones en Argelia en 1912 eran inválidas debido a la erupción del volcán Katmai y la consecuente presencia de cenizas en la atmósfera (Abbot 1918, 314). Si bien este era un fenómeno imprevisible que había afectado la investigación, Abbot fue más consciente de la relevancia de encontrar un lugar con la mayor cantidad de días despejados y con la mayor estabilidad atmosférica posible. Después de algunos contactos y de solicitar registros meteorológicos, Abbot llegó a la conclusión que una estación en las cercanías de Calama podía ser el lugar indicado para las mediciones de la constante solar.

El proyecto de la constante solar de Abbot, al parecer, daba resultados prometedores, aun cuando era permanentemente objeto de controversias (Hoyt 1979, 448). Décadas

más tarde se comprobaría su error de cálculo con mediciones satelitales (Hoyt y Schatten 1997). La medición de la radiación solar se realizaba de dos maneras simultáneas. Por una parte, se medían los rayos del espectro en la “luz blanca”, pero también los efectos calóricos de todo el espectro solar, lo que incluye rayos ultravioletas, los rayos visibles y los rayos infrarrojos (Abbot 1918, 313). Es decir, tal como sus colegas astrónomos del Lick en Santiago, Abbot estaba trabajando con la descomposición de la luz en distintas longitudes de onda, que era posible obtener mediante los espectros. Si bien existía una tradición en mecánica celeste y astronomía matemática, esta convergencia demostraba que “las placas fotográficas y el espectroscopio estaban disponibles para medir la naturaleza física del sol y las estrellas” (Devorkin 1998, 5). Como ya se ha mencionado, muchos años después, la observación infrarroja sería clave en el proyecto de Paranal.

Sin que la observación infrarroja fuese aun concebida como una posibilidad, Abbot seleccionó Montezuma, en las cercanías de Calama, debido a las condiciones de mínima perturbación atmosférica, ya fuera por partículas, nubosidad o vapor de agua. Uno de los objetivos de medir la constante solar era poder iniciar un trabajo de conexión entre la radiación solar y sus efectos en la superficie terrestre, entre los que se contaba la predicción climática. El proyecto de Abbot –aun cuando el físico renunció a la dirección del Observatorio en 1944– continuó hasta 1957, pero no logró conclusiones certeras sobre la relación de la variabilidad del sol y las condiciones climáticas del lugar en cuestión (Rondanelli et al. 2015).

Cuando el proyecto comenzaba, alrededor de 1920, uno de los desafíos era la transmisión de los datos obtenidos, de manera de poder asegurar que los registros tomados en las distintas estaciones del Observatorio Solar de Smithsonian fueran consistentes. En este sentido, la relación de Abbot con otros norteamericanos en la zona del norte de Chile, específicamente con una compañía minera de cobre de Guggenheim, fue relevante (Devorkin 1998, 10). Presumiblemente, Abbot, que se instaló en una de las residencias de Guggenheim cerca de Montezuma, habría usado las instalaciones de la minera para la transmisión de estos datos telegráficamente, y obtener una comunicación casi en tiempo real (Osses et al. 2019, 64).

Luego, en 1935 se realizó otra expedición, esta vez a cargo de C.P. Butler al Monte Aucanquilcha, hacia el noreste de Montezuma. Estas mediciones eran a mayor altitud, a más de 5 mil metros de altura, con el objetivo de evaluar la relación entre la presión de la atmósfera y la radiación solar (Butler 1936).

Las dos experiencias fueron clave en el posterior desarrollo de las mediciones solares en Chile. A comienzos de la década de 1960, Julio Hirschmann creó el Laboratorio de Energía Solar, anclado en la Universidad Técnica Federico Santa María, en Chile. Hirschmann conocía el trabajo de Abbot, en especial aquel que comprobaba las condiciones únicas de radiación solar en Atacama (Abbot 1951, 372). Aun cuando existiesen condiciones particulares que los expertos podían reconocer, era preciso sustentar aquellas afirmaciones en datos concretos, que permitiesen validar ese potencial de Atacama.

Si bien había información disponible posterior a las labores realizadas por Abbot, Hirschmann sostenía que las mediciones en Chile no se habían realizado de manera sistemática, es decir, con instrumentos científicos calibrados de manera que sus registros pudiesen ser comparables (Hirschmann 1973)¹³. El objetivo de Hirschmann se distanciaba sustantivamente de cualquier tarea astronómica y refería, más bien, a la posibilidad de utilizar la energía solar en artefactos y aplicaciones cotidianas (Roth et al. 2019, 79 y ss). De hecho, al mismo tiempo que Hirschmann avanzaba en la creación de un Archivo Solamétrico Nacional, los proyectos de la astronomía internacional se materializaban en la zona de Coquimbo. Hasta ahora, desconocemos si en ese momento ambas iniciativas tuvieron algún contacto o colaboración entre sí.

Sin embargo, décadas más tarde, las conexiones entre ambas disciplinas, la astronomía y la ingeniería en energía solar, tendrían un significativo y estrecho contacto a través del megaproyecto de Paranal.

Sinfonías entre astros y temporalidades

En 1990, el gran proyecto del observatorio en Atacama ya era una realidad. En diciembre de ese año, ESO anunció la decisión de construir el observatorio en que se alojaría el VLT en Paranal (“The Best Site...” 1990).

A pesar de algunas dificultades legales, como la disputa por la posesión de los terrenos en que se construía el VLT, los trabajos progresaban de manera que el gran telescopio en algunos años tendría su “primera luz”, el término usado en astronomía para graficar la primera vez que un telescopio entra en operaciones.

Algunos años antes, aun en la fase de la toma de decisiones, el director de ESO de ese entonces, Lodewijk Woltjer visitó la zona. Al indagar sobre qué se sabía en 1983 sobre Paranal, los registros de Abbot y Butler fueron relevantes. De hecho, el propio Woltjer relató la experiencia de Montezuma, de la década de 1920. El director de ESO sabía que el interés de Montezuma radicaba en la radiación solar y que “como una parte importante de la radiación solar es emitida cerca del infrarrojo, se buscaron los lugares más áridos del planeta” (Woltjer 1991, 6). Según el astrónomo, la experiencia de Smithsonian en el desierto del Sinaí en los años treinta había sido un fracaso, que el propio Abbot explicaba por la guerra, el aislamiento y la tendencia a las enfermedades intestinales. A su vez, se habían defraudado con las mediciones en el actual territorio de Namibia, y Chile parecía ser una alternativa viable. Woltjer ya conocía el error de las mediciones de Abbot en la constante solar, pero de todas maneras incluyó información que provenía de la experiencia de Montezuma: “Abbot encontró que en el invierno el vapor de agua contenido promediaba bajo los 3mm, con muchos días bajo 1mm” (Woltjer 1991, 6).

13 Parte de las referencias a otras iniciativas corresponden al trabajo hecho por la Universidad de Chile a fines de los años 50, publicados en Desvignes y Frick (1959).

Sin embargo, aun cuando reconocía que la calibración precisa de las mediciones del vapor de agua era incierta, no le quedaban dudas de la aridez excepcional de Montezuma, datos que el astrónomo Ardeberg luego comprobó. De hecho, en las exploraciones de la década de 1980, también se incluyó el monte Aucanquilcha, donde había trabajado Butler en los años 30, y que se había determinado como el lugar con la radiación solar mas intensa medida en la superficie terrestre (Woltjer 1991, 7). Además, también se incluyeron mediciones de la Sierra de Varas (Ardeberg y Lindgren 1984, 418), la zona que había sido explorada por Curtis.

Por otra parte, en las exploraciones para el proyecto de Paranal, la experiencia de Stock también fue tomada en cuenta, más allá de los registros que llevaron a la conclusión de instalarse en la zona sur de Atacama, en la región de Coquimbo. A su vez, la evaluación de sitios de Stock se vinculaba con la aventura del astrónomo Curtis en Atacama, a inicios del siglo XX. La indicación de buscar sitios de altura que escaparan a la niebla costera era decisiva. El propio Stock señaló con interés que

There are a number of mountains of sufficient elevation south of the town of Antofagasta and very close to the coast. The abrupt rise from the Pacific Ocean on one side, and a large flat plain, more than 1000m lower on the other side give these mountains rather special conditions. (Stock 1968, 38)¹⁴

Stock se refería a una gran estabilidad atmosférica, a lo que sumaba “humedad extremadamente baja hacen de esta área muy adecuada para trabajo astronómico en el infrarrojo” (Stock 1968, 38). Woltjer conocía esta evaluación de Stock y la incluyó en su relato de cómo “descubrieron” Paranal. A ello añadió su propia observación sobre cómo las montañas incidían en la humedad y las precipitaciones, y contribuían a generar esa inusitada aridez de Atacama (Woltjer 1991, 7). La intensidad de la radiación y el calor en el desierto de igual modo tenían incidencia en los disturbios atmosféricos, pero la cercanía de la costa ayudaba a minimizar ese factor (ESO 1987b). Pero esto solo era válido si se lograba subir a cierta altura para evadir la niebla, tal como había preocupado insistentemente a Curtis.

De este modo, las experiencias previas en registros solarimétricos y en evaluación de observación astronómica realizadas décadas antes, se intersectaron con la toma de decisiones en torno al nuevo observatorio de ESO. Paranal fue escogido teniendo en consideración los registros que se obtuvieron en las exploraciones de los ochenta, pero también conectándose con estas experiencias pasadas. Con ello, Atacama adquirió un nuevo significado. El desierto, agreste, minero, solitario y peligroso, se convirtió en una ventana hacia el universo (Silva 2022b).

14 Hay numerosas montañas con elevación suficiente al sur del pueblo de Antofagasta y muy cerca de la costa. La elevación abrupta desde el Océano Pacífico en un lado, y una gran meseta plana más de 1000 metros más baja, en el otro, dan a estas montañas condiciones especiales (Stock 1968, 38).

Parte de esta nueva vida que nació en el desierto de Atacama fue posible por esas iniciativas de otros tiempos, que a su vez habían intentado comprender parte de la vinculación de los seres humanos con el universo, de día y de noche. En esa comprensión, en las primeras décadas del siglo XX, fue necesario medir y registrar las condiciones que encontraban, e intentar hacer coherente esos registros convirtiéndolos en números y datos. De este modo, fragmentos de un cosmos, convertidos en objetos al ser vistos, podían potencialmente ser ensamblados para intentar, nada menos, que la comprensión del universo. Ese ensamblaje, a su vez, daba cuenta de las continuidades y cambios en las lógicas geopolíticas de la ciencia, vinculando el desarrollo y poder del hemisferio norte con las realidades poscoloniales del sur. Entre ellas, astrónomos y físicos buscaron inaugurar una que otra certeza sobre aquello que está allá arriba en el universo, inaccesible para la escala humana.

Los científicos involucrados en esta historia, así como las sociedades con las que se relacionaban, experimentaban diariamente el hecho básico que el sol y las estrellas no conviven ante nuestros ojos, pero sí coexisten en el universo. Esa coexistencia se reflejó en registros y datos que traspasaron las fronteras de su propia temporalidad. Esos registros, como objetos de información, con capacidad de movilidad y desplazamiento conectaron personas y regiones distantes del mundo, y contribuyeron a la construcción de un gigantesco artefacto astronómico para acceder a ese universo en que el sol y las estrellas sí cohabitan, armónicamente. Ese enorme telescopio era europeo, localizado en América del Sur, que replicaba a la vez que inauguraba nuevas relaciones de poder entre estas regiones. Registros nuevos y registros históricos se insertaron en una visión de futuro, que Paranal materializó como una puerta que se abría para observar el pasado del universo.

Bibliografía

- ABBOT, Charles G. 1918. "The Smithsonian 'Solar Constant'. Expedition to Calama, Chile". *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 4 (10): 313-316.
- ABBOT, Charles G. 1951. *Smithsonian Solar Radiation Research*. Washington DC: Smithsonian Institution.
- ARDEBERG, A. 1986. "ESO VLT site evaluation" Workshop on ESO's Very Large Telescope". En *Proceedings (A88-10051 01-89)*, Venice, Sept. 29-Oct. 2, 1986, 221-227. Garching: ESO.
- ARDEBERG, A., y H. Lindgren. 1984. "Some Possible VLT sites in Chile". *International Astronomical Union Colloquium* 79: 417-428.
- BLAAUW, Adriaan. 1991. *ESO's Early History. The European Southern Observatory from Concept to Reality*. München: ESO.
- BUTLER, C. P. 1936. "Observing the Sun at 19,300 feet altitude, Mount Aunconquilcha, Chile". *Smithsonian Miscellaneous Collections* 95 (1): 1-4.

- CAMPBELL, William W. 1907. "Organization and History of the D. O. Mills Expedition to the Southern Hemisphere". En *D. O. Mills Expedition, Cerro San Cristóbal, Santiago, Chile. From its Organization in December 1900 to March 1906*, edición de W. W. Campbell y W. H. Wright, 5-15. Sacramento: W. W. Shannon; Superintendent State Printing.
- "Convention Portant la Création d'une Organisation Européenne pour des Recherches Astronomiques dans l'Hémisphère Austral, signée à Paris, 5 Octobre 1962". DATA. En *Archivo del Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile*, Vol. 400. Chile: Fondo Organismos Internacionales.
- CURTIS, Heber D. 1909. "Report on Astronomical Conditions in the Region About Copiapo". D.O. Mills Expedition: Report on Site Survey Near Copiapo. April 17, 1909, UA 36. Ser. 04. Box 8 Folder 12". En *Lick Observatory Records*, Special Collections, Mary Lea Shane Archives. California: University of California Santa Cruz.
- CURTIS, Heber. 1916. "Trip to Pukuíos". D. O. Mills Expedition, Correspondence—to W.W. Campbell, June 29, 1916. UA 36. Ser. 04. Box 7 Folder 9". En *Lick Observatory Records*, Special Collections, Mary Lea Shane Archives. California: University of California Santa Cruz.
- DASTON, Lorraine. 2000. "The Coming into Being of Scientific Objects". En *Biographies of Scientific Objects*, edición de Lorraine Daston, 1-15. Chicago: The University of Chicago Press.
- DEVORKIN, David. 1998. "Charles Greely Abbot. A biographical Memoir". En *National Academy of Sciences*, Washington DC: National Academies Press.
- DESIGNES, Francois, y German Frick. 1959. "Mesures solarimetriques effectuées dans le nord du Chili". *Acta Electronica Paris* 3 (2): 1955-1966.
- DUERBECK, H. W., D. E. Osterbrock, L. H. Barrera, y R. Leiva. 1999. "Halfway from La Silla to Paranal – in 1909". *The Messenger* 95: 34-37.
- ESO. 1987a. "Europe Decides to Build the World's Largest Optical Telescope". Organisation Release eso8717, 8 December.
- ESO. 1987b. *Proposal for the Construction of the 16-M Very Large Telescope*. Garching: ESO.
- ESO. 1998. "A Great Moment for Astronomy. VLT First Light Successfully Achieved". Organisation Release eso9820, 27 May.
- HIRSCHMANN, Julio. 1973. "Records on solar radiation in Chile". *Solar Energy* 14: 129-138.
- HOYT, Douglas V. 1979. "The Smithsonian Astrophysical Observatory Solar Constant Program". *Review of Geophysics and Space Physics* 17, no. 3 (May): 427-458.
- HOYT, Douglas V. y Kenneth H. Schatten. 1997. *The Role of the Sun in Climate Change* New York: Oxford University Press.
- LATOUR, Bruno. 2000. "On the Partial Existence of Existing and Nonexisting Obejcts". En *Biographies of Scientific Objects*, edición de Lorraine Daston, 247-269. Chicago: The University of Chicago Press.
- LEIVA GAJARDO, Ricardo. 2010. "Atacama: a 100 años del informe Curtis". *Revista de Humanidades* 3: 10-22.
- LORENZEN, Dirik. 1996."Jürgen Stock and his impact on modern astronomy in South America". *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* 25: 71-72.

- MCCRAY, Patrick. 2004. *Giant Telescopes. Astronomical Ambition and the Promise of Technology*, Cambridge: Harvard University Press.
- OORT, Jan. 1960. "Letter to Donald Shane, April 28. Frank Edmonson Archive". En Frank K. Edmonson. 1997. *AURA and its US National Observatories*, Cambridge: Cambridge University Press.
- OSSES, Mauricio, Miriam Roth, y Roberto Rondanelli. 2019. "Datos solarimétricos: mediciones y registros". En *El sol al servicio de la humanidad. Historia de la energía solar en Chile*, edición de Mauricio Osses, Cecilia Ibarra y Barbara Silva, 45-78. Santiago: USM/SERC/Ril Editores.
- RENN, Jürgen. 2015. "From de History of Science to the History of Knowledge – and Back". *Centaurus* 57 (1): 37-53.
- RONDANELLI, Roberto, Alejandra Molina, y Mark Falvey. 2015. "The Atacama Surface Solar Maximum". *Bulletin of the American Metereological Society* 96 (3): 405-418.
- SECORD, James. 2004. "Knowledge in Transit". *Isis* 95 (4): 654-672.
- ROTH, Miriam, Pedro Sarmiento, y Cecilia Ibarra. 2019. "Tecnologías de transformación de energía solar y algunas aplicaciones". *El sol al servicio de la humanidad. Historia de la energía solar en Chile*, edición de Mauricio Osses, Cecilia Ibarra y Barbara Silva, 79-125. Santiago: USM/SERC/Ril Editores.
- SILVA, Alfredo [Rector UC]. 1962. "Desde Holanda piden visita de Heilmeyer". 9 de marzo de 1962, Código 06IIC-0001, Caja 74, Archivo Histórico Universidad Católica de Chile.
- SILVA, Barbara. 2019a. *Astronomy at the Turn of the Twentieth Century. Chasing Southern Stars*. New York, London: Palgrave Macmillan.
- SILVA, Barbara. 2019b. *Estrellas desde el San Cristóbal. La historia de un observatorio pionero en Chile*. Santiago: Catalonia.
- SILVA, Barbara. 2022a. "Un astrónomo, tres continentes, siete instituciones y millares de estrellas. La experiencia global de Jürgen Stock en los inicios de la astronomía en Chile". *Nuevo Mundo Mundos Nuevos* [Online], Debates [Jun.]. <https://doi.org/10.4000/nuevomundo.87629>.
- SILVA, Barbara Silva. 2022b. "Atacama, un paraíso dislocado. El desierto como espacio científico a comienzos del siglo XX". *Diálogo Andino* 67 (Jul.): 280-290. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812022000100280>.
- STOCK, Jürgen. 1961. "Report No. 19" [October 9-October 22, 1961]. *Chile Site Survey Reports*, w/d, Cerro Tololo Interamerican Observatory Library, Coquimbo, Chile.
- STOCK, Jürgen. 1968. "Astronomical observing conditions in Northern Chile". *ESO Bulletin* 5, December, 35-40.
- "The Best Site for the Biggest Telescope: The VLT goes to Paranal". 1990. 4 December, eso9015 Organization Release.
- WOLTJER, L. 1991. "The 'Discovery' of Paranal". *The Messenger* 64 (June): 5-8.