

EL DESIERTO DE ATACAMA COMO LABORATORIO: EXPERIMENTOS Y TECNOLOGÍAS DE LA ENERGÍA SOLAR (1872-1981)

NELSON ARELLANO-ESCUDERO*

Resumen

La idea de un espacio geográfico o territorio como laboratorio ha venido siendo propuesto y tratado de manera extensiva en un período reciente. Esta apertura en el imaginario conceptual permite explorar nuevos significados a lugares usualmente restringidos a la condición de explotación o extracción de recursos. En un sentido divergente se analiza aquí el caso del desierto de Atacama como espacio territorial de experimentación para la evolución de la tecnología. Una aproximación transfronteriza favorece la acumulación de la información que proveyeron científicos, ingenieros e inventores de las tecnologías de la energía solar. Un ensamblaje provisorio de microhistorias favorece una relectura y evaluación del estado de desarrollo de la ciencia y la tecnología a nivel local, nacional y del mundo occidental. Se concluye que las microhistorias de las tecnologías de la energía solar en el desierto de Atacama desde 1872 a 1981 permanecen en el olvido debido a su descarte y duración intermitente y que la fragmentación de sus memorias dificulta comprender su aporte a los procesos de evolución de la tecnología y el problema de la sustentabilidad. La constitución de una memoria emblemática en torno a la contribución de la radiación solar y las experiencias pioneras que se desarrollaron en Atacama dan cuenta de la relevancia de los factores culturales para la efectividad de las llamadas soluciones técnicas.

Palabras clave: Energía solar, historia de la tecnología, laboratorio, duración intermitente.

THE ATACAMA DESERT AS A LABORATORY: EXPERIMENTS AND SOLAR ENERGY TECHNOLOGIES (1872-1981)

Abstract

The idea of a geographic space as a laboratory territory as a laboratory has been recently proposed and treated extensively. This openness in the conceptual imaginary allows exploring new meanings to places usually restricted to the condition of exploitation or extraction of resources. In a divergent sense, the case of the Atacama Desert is analyzed here as a territorial space of experimentation for the evolution of technology. A cross-border approach favors the accumulation of information provided by scientists, engineers and inventors of solar energy technologies. An interim assembly of micro-histories favors a re-reading and evaluation of the state of development of science and technology at the local, national and western world levels. In conclusion, microhistories of solar energy technologies in the Atacama Desert from 1872 to 1981 remain in oblivion due to their discard and intermittent duration and to the fragmentation of their memories that makes it difficult to understand their contribution to the evolution processes of technology and the sustainability problem. The constitution of an emblematic memory around the contribution of the solar radiation and the pioneering experiences that developed in Atacama give account of the relevance of the cultural factors for the effectiveness of the so-called technical solutions.

Keywords: Solar energy, history of technology, laboratory, intermittent duration.

LE DÉSERT D'ATACAMA EN TANT QUE LABORATOIRE : EXPÉRIMENTATIONS ET TECNOLOGIES DE L'ÉNERGIE SOLAIRE (1872-1981)

Résumé

L'idée d'un espace géographique ou territoire pensé comme laboratoire s'est étendue récemment. Cette ouverture dans l'imaginaire conceptuel permet d'explorer de nouvelles significations pour des lieux traditionnellement restreints à une condition d'exploitation ou d'extraction de ressources. Dans une logique divergente est ici analysé le cas du désert d'Atacama en tant qu'espace territorial d'expérimentation de l'évolution technologique. Une approche transfrontalière en ce sens favorise l'accumulation d'informations fournies par les scientifiques, ingénieurs et inventeurs des technologies concernant l'énergie solaire. Un rassemblement de micro-histoires favorise en ce sens une relecture et une évaluation de l'état de développement de la science et de la technologie au niveau local, national et du monde occidental. On en conclut que les micro-histoires concernant les technologies de l'énergie solaire dans le désert d'Atacama de 1872 à 1981 demeurent dans l'oubli en raison de leur rejet et durée intermittente, ainsi que de la fragmentation des mémoires relatives à cette thématique, qui complique la compréhension de leur apport aux processus d'évolution technologique et de problèmes de viabilité. La constitution d'une mémoire emblématique autour de la contribution de la radiation solaire et les expériences pionnières développées dans la région de l'Atacama rendent compte de la pertinence des facteurs culturels dans l'effectivité des dites avancées technologiques et techniques.

Mots-clés : Énergie solaire, histoire de la technologie, laboratoire, durée intermittente.

Introducción

La representación social del laboratorio nos remite restrictivamente a la imagen de un espacio equivalente a una oficina en donde el personal debe vestirse apropiadamente para realizar tareas meticulosas de combinación de elementos físicos y/o químicos. Además, una serie de estereotipos se entrelazan en torno al tipo de personalidad de los sujetos que se apasionan o se ven destinados a este tipo de trabajo (Kuo, 2017).

Un análisis acerca de qué es un laboratorio fue presentado por Latour y Woolgar (2013) elaborando un estado del arte donde se resume la visión acerca de este espacio social como una organización administrativa del trabajo, la influencia de esta organización en la creatividad o en la carrera del personal que allí se desempeña o la naturaleza de la comunicación y patrones del flujo de información. Sin embargo, aquel análisis se centra en la idea acotada del laboratorio como microcosmos al interior de una oficina para terminar concluyendo que la investigación ha sido una aporía insuficientemente relativista debido al problema de la interpretación de los datos (Latour y Woolgar, 2013: 285) en tanto los autores permanecen en la dicotomía de las ciencias de la naturaleza y las de lo social, tópico cuestionado por otros estudios sociales de la ciencia.

Desde luego, considerando los alcances anteriores, este tipo de aproximación etnográfica al laboratorio abrió una discusión en torno a sus capacidades de influencia en la transformación del mundo (Gross, 2016).

En nuestro caso ha resultado oportuno cambiar la escala de observación del fenómeno, reuniendo datos dispersos que responden favorablemente a la categoría de laboratorio a pesar que no haya homogeneidad en el tipo de instalaciones y, aún más, sean experiencias desarrolladas a lo largo del tiempo y sin que aparentemente hubiese habido interacción entre ellas ni entre los protagonistas. En esa línea de análisis aquí se propone utilizar la documentación proveniente tanto de fuentes primarias como secundarias para atender al fenómeno central que le da sentido a la existencia del laboratorio: la experimentación.

Se agrupan aquí tanto informaciones de historiadores como informes de científicos e ingenieros hallados en archivos de Chile, España y Reino Unido que vistos en una escala global permiten analizar el espacio territorial del desierto de Atacama como un punto de experimentación de metodologías y técnicas desarrolladas por el impulso de la expansión mundial del capitalismo.

Gracias a esta reunión de memorias sueltas se puede re-estudiar el territorio del desierto de Atacama como punto de experimentación, lo que podemos entender como un laboratorio fuera de los muros (Vásquez, 2001), pero que también ha sido la locación de laboratorios en el sentido más clásico de la categoría

asociada fundamentalmente a la investigación biológica, química y física, pero agregaremos los grandes sistemas tecnológicos que se implementaron en el suelo del llamado despoblado de Atacama. Esto implica atender a un estado de situación preliminar, en el que ciencia y tecnología no eran tratados como mundos segregados y, todavía más, el concepto de tecnología apenas emergía como categoría analítica para el nuevo escenario civilizatorio (Marx, 1994).

Además, en la lógica de la transfrontera no entenderemos la importación de artefactos como la mera internación de elementos mágicos (Medina, Costa, Holmes y Cueto, 2014), sino como la interacción de complejos tecno-institucionales con capacidad de producir o resignificar objetos, técnicas, sistemas técnicos y complejos tecno-institucionales, con incidencia en la co-evolución y sustentabilidad de los territorios que son intervenidos antrópicamente. Se sigue así, al menos parcialmente, la propuesta de David Edgerton (2010) en relación a las tecnologías criollas, descartando de plano el relato purista que sitúa la innovación en un acto inaugural y que invisibiliza adaptaciones o la duración intermitente de los objetos.

Bajo este régimen conceptual se presentan, primero, algunos casos en diversas áreas del escenario industrial, tanto a gran escala como en espacios microsociales, aportando datos que conectan, fundamentalmente, el quehacer entre Atacama y Europa y, segundo, informaciones acerca del uso de la energía solar como parte de los procesos productivos y su interés en términos científicos.

La discusión discurre en torno a la necesidad de incrementar la investigación historiográfica de las distintas experimentaciones que se realizan en los territorios sometidos a las dinámicas industriales y ahondar en el conocimiento -local, internacional y global- de la investigación en torno al uso de la energía solar como alternativa viable a las tecnologías del carbón y valorar la eventual sustentabilidad de su utilización.

1. La experimentación en el Desierto de Atacama: tecnologías y energías.

La reunión de antecedentes de iniciativas técnicas desarrolladas en el espacio del desierto de Atacama ya permite observar un conjunto de intervenciones de la expansión del capitalismo y su penetración mundial, incluso a lugares de difícil acceso, probablemente, gracias al inventario global que produjeron exploradores, científicos y viajeros (González, 2011).

En el transporte podemos considerar, como contra ejemplo a la innovación, la continuidad de los Clippers (Burgos, 2015; Headrick, 1989; Lubbock, 1932). Podría suponerse que la continuidad técnica no representa una forma de experimentación, pero la lectura no lineal de la historia de la tecnología nos conduce a una prolífica discusión en la que se revela que el surgimiento de

innovaciones no siempre significa la extinción de las tecnologías previas (Basalla, 1988; Edgerton, 2010; Hughes, 1987) Daniel Headrick lo explica de manera muy clara:

El canal de Suez acabó con la era del cliper, pero no eliminó las velas de los océanos del mundo. Los barcos de vela se mantuvieron en dos tipos de comercio hasta finales de siglo [XIX]. Uno era el transporte de cargas pesadas desde áreas muy distantes de las minas de carbón: lana y trigo de Australia, arroz y yute de la India, grano de la costa oeste americana y nitratos de Chile (Headrick, 1989:148).

Esto formaba parte del encadenamiento de los nuevos procesos de los sistemas productivos que en sus innovaciones dependían de los viejos inventos: fueron los barcos a vela los que llevaron el carbón necesario a los nuevos barcos a vapor. Pero fue la experimentación la que dio lugar a nuevos motores de triple expansión que resultaron lo suficientemente económicos para competir con los navíos a vela. No obstante, ello, creer que la economía del dinero es la explicación del ocaso del velamen es confundir valor con precio. El predominio del vapor sobre la energía eólica en el transporte naviero se debe más bien atribuir al cambio cultural del siglo XIX en donde la programación y predictibilidad, es decir, el control sobre la gestión del tiempo comenzó a tomar carácter de valor social y, por lo tanto, de criterio de calidad de la técnica a escoger.

En este cambio, nos recuerda Headrick, tuvo una gran incidencia el ferrocarril y la precisión de su forma de administración del tiempo. En este sentido es interesante observar la condición técnica de los ferrocarriles en la zona salitrera.

Marín-Vicuña (1924) dio cuenta de que Chile era el país con mayor diversidad de trochas, es decir, de ancho entre riel y riel, con tamaños habituales de 1,00 y 1,68 metros. Un 25% de los 9.500 kilómetros de líneas férreas eran de una trocha diferente. Según Marín-Vicuña esto dificultaba la conectividad en Sudamérica, a diferencia de Norteamérica en tanto Canadá, Estados Unidos y México contaban con un 90% de líneas con la Standard Gauge, de 1,44 mts. El autor atribuye la situación en Sudamérica a las importaciones de material desde Reino Unido, España y numerosos otros fabricantes en menor cuantía.

Esta variabilidad puede tener varias lecturas. Sin embargo, en la óptica que nos conduce aquí intentaremos comprender esta diversidad como efecto de la ideología de la innovación según David Edgerton (2007) y el problema de la invención prolífica, donde la novedad no es nueva.

Esta también podría ser la explicación de la irrelevancia en la memoria patrimonial del Estado de Chile en torno al efímero record de la obra civil del ingeniero británico nacido en Nueva Zelanda, Josiah

Harding, quien en las faenas de expansión de la línea del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia diseñó y construyó el puente Conchi, en su momento el segundo más alto del mundo (Arellano y Roca-Rosell, 2013). En esas labores de construcción del ferrocarril la Compañía de Salitres de Antofagasta registró el embarque de 200 toneladas de rieles que habían zarpado en el "Edinburgh Castle" desde Montevideo el 24 de enero de 1873 cuyo desembarque se produjo en Antofagasta a partir del 4 de febrero de ese mismo año (ANH, CSA, Vol. 307)

Siguiendo la lógica de Edgerton en las diez tesis acerca de la innovación es posible redefinir la experimentación más allá de los eventos del laboratorio, en tanto el experimento ocurre en la realidad; es decir, no cuando se pone a prueba el modelo bajo una situación controlada, sino cuando el fenómeno es observado en tiempo y escala real.

En una línea de análisis de esas características se debe restar protagonismo a la racionalidad y a las economías del progreso, usualmente sobrevaloradas en las evaluaciones ex post facto que desde el presente siempre presumen que en el tiempo pasado los actores sociales fueron capaces de prever -visionaria e inexorablemente- el futuro.

En el caso de Atacama, antes de suponer que las fuerzas industriales de la economía estaban desplegando modalidades de explotación y extractivismo férreamente testeados podemos observar el conjunto de los acontecimientos como una forma de experimentación cuyos resultados eran, ni más ni menos, producto de mecanismos de aprendizaje de ensayo y error, por lo que estaba permitido realizar enormes inversiones en infraestructuras que más temprano que tarde terminaron en el desuso y el abandono, como ocurrió en el caso de la Fundición de Playa Blanca en Antofagasta, asociado a la Compañía Huanchaca (Galaz-Mandakovic, 2016).

El experimento global de introducción de sistemas productivos que enlazaron enclaves y metrópolis nos permite entender que las formas de despliegue del capitalismo en realidad eran capaces de proponer análisis racionales, esto es: costo-beneficio, costo-eficiencia, etc., para generar procesos y procedimientos caóticos dado el carácter fundamentalmente especulativo de los emprendimientos y, en el territorio del desierto de Atacama; estas apuestas por el extractivismo de energía y materia requerían un lockin tecno-institucional cuya constitución se basó en el paradigma de las relaciones asimétricas del norte y sur globales.

Esta inmensa cadena productiva dependía tanto del ensamblaje de grandes infraestructuras y cuantiosas inversiones, como de la fina observación de delicados procesos físico-químicos capaces de detectar pequeñas variaciones en la gestión productiva. La relevancia del laboratorio para el control de calidad de la producción de las minerías metálica y no metálica es una dimensión pendiente de investigar para la historiografía (Smeaton, 1954; Brianta, 2000).

En apenas una aproximación a este tema podemos considerar la relevancia que pudieron haber tenido para la Compañía de Salitre de Antofagasta los informes rutinarios de P.M. Proromant¹, emitidos desde Antofagasta y dirigidos al Administrador General entre diciembre de 1897 y diciembre de 1898 (ANH, FCSA, Vol. 391). Proromant, a través de correspondencia interna de la organización informaba acerca del estado del arte y novedades acerca de la condición de la maquinaria, de los resultados de análisis químicos, experimentación con nuevos procesos y los futuros requerimientos en la reposición de material de trabajo tanto en gran escala como en los elementos más básicos, como un pedido de tubos de ensayo que podía encontrarse en Valparaíso, en Berlín o en Francia, siempre que se cumpliera con el requisito de ser vidrio de Bohemia (AHN, FCSA, Vol. 391, 23). Así también reportó el buen funcionamiento de la maquinaria provista por la firma francesa Creusot², en aquel tiempo de gran relevancia para las obras públicas del Estado de Chile (Mamy, 1891).

A inicios de 1898, por ejemplo, Proromant informó de la previsible finalización de la vida útil de un condensador de agua de mar. El artefacto fue atacado por la salinidad por acción galvánica, lo que adelgazó el casco, debilitó los tubos y desgastó un codo de cobre que unía el condensador con la bomba elevadora de agua. La descripción acusa que las tuberías utilizadas por el fabricante resultaban demasiado delgadas y sólo apropiadas para el uso con aguas puras y no con las que debían trabajar que eran una disolución de sulfatos, cloruros y sales de magnesio (AHN, FCSA, Vol. 391, 24).

En la siguiente comunicación, del 19 de enero de 1898, el tema fue el rendimiento del carbón de Lota que fue llevado a Antofagasta por las naves “Margarita” y “Augusta”. Se comentaron apreciaciones acerca de la mejor calidad del carbón inglés y la muy mala calidad del “carbón del Minero”, calificado por Proromant como “(...) el carbón más detestable que jamás se ha empleado en esta oficina.” (AHN, FCSA, Vol. 391, 25).

Estas discusiones acerca de la calidad del carbón no solo eran relevantes, sino que además tienen una larga data a juzgar por la correspondencia de Casa Gibbs, dos décadas antes. La correspondencia interna de esta empresa global emitida desde Iquique informaba que entre los carbones ingleses Orrel Steam Coal y el West Hatley Coal, era preferible este último, incluso por sobre cualquier otro tipo de carbón inglés (LMA, AG&S, SABVI, 1878). Esto deja abierta la pregunta acerca del proceso productivo y la exportación de materias primas desde el hemisferio norte al hemisferio sur, lo que se corresponde con la descripción que David Edgerton hace respecto de la productividad de los países que desplegaron su industrialización en el siglo XIX, Reino Unido y Estados Unidos en un sitio prominente (Edgerton, 2007).

Aunque no se ha llegado a establecer, parece

razonable pensar que este tipo de análisis pudiera haber llevado a la contraintuitiva utilización de la energía hídrica en el desierto de Atacama (López, 1925).

Excepcionalmente, se usan turbinas hidráulicas para mover dinamos y proporcionar parte importante de la fuerza, como en las Oficinas «Prosperidad», ‘Rica Aventura’ y ‘Santa Fe’, todas del Toco, que aprovechan las aguas del Loa por medio de tranques; sirviendo para las dos primeras el llamado “Tranque Sloman” de 30 metros de altura, que da el agua para tres turbinas de 450 HP, cada una, y el que aprovecha la Oficina ‘Santa Fe’, es de 12 metros de altura y para producir 260 HP, en corriente de 5.000 volts. que la usa para la Máquina, trenes de caliche y compresora de aire para las perforadoras mecánicas de las cuevas (López, 1925:387).

La construcción de esta obra atribuida a Henry Sloman se inició en 1905, mientras que en 1911 se construyó la represa “Santa Fe” (Capaldo, 2010). Aunque su capacidad operativa no cesó, en 1954 dejó de ser utilizada comercialmente y el 15 de enero de 1980 la represa del Tranque Sloman fue declarada Monumento Nacional (CMN, 2005)³.

Esta alternativa energética de provisión de electricidad se vuelve mucho más interesante en tanto en la misma época el uso del carbón continuó en su posición de tecnología hegemónica, como se demuestra con la construcción de la termoeléctrica de Tocopilla que comenzó sus operaciones en 1915 (Galaz-Mandakovic, 2017).

Uno de los aspectos interesantes de ambos diseños es que los generadores fueron adquiridos al mismo fabricante: Siemens Schuckert. Esta industria transnacional de la electricidad, el comercio, la construcción y las finanzas (Musacchio, 2000) tenía un considerable interés en Chile según se aprecia en la figura 1.

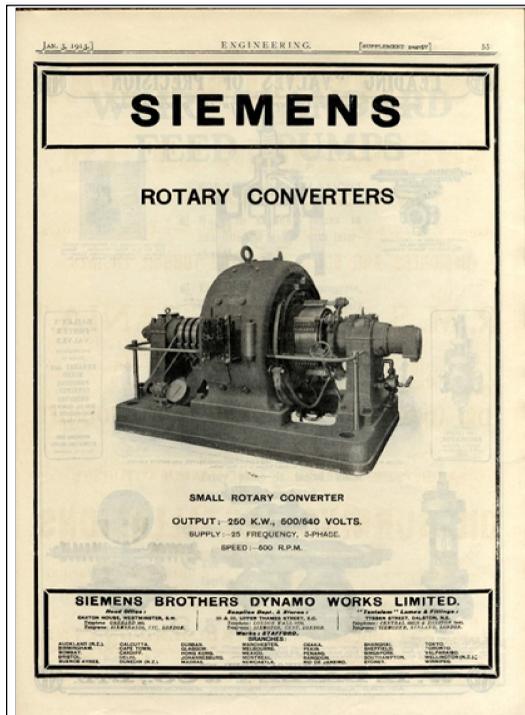
La publicidad de Siemens Brothers, señala su casa matriz en Londres y entre las sucursales repartidas por el mundo se indican tres ciudades de Sudamérica: Buenos Aires, Río de Janeiro y Valparaíso.

Con todo, las líneas técnicas (Gille, 1999) proliferaron en virtud de la colonización del territorio del despoblado de Atacama por las distintas fuerzas del capitalismo y su despliegue industrial, de alcance global, en su proceso co-evolutivo de transformación del paisaje, la geología y redistribución de los servicios ecosistémicos en volúmenes cada vez mayores.

Este entorno peculiar fue disputado por intereses de distintos países y también escenario bélico para guerras internacionales y nacionales, tanto como de masacres y represión por conflictos laborales, sociales y étnicos con motivo de expolios y nacionalismos (González, 2002, 2004, 2007; Monteón, 1982).

Este es el territorio donde algunos pioneros

Figura 1. Publicidad de Siemens, publicada en enero de 1913 en *Engineering*, semanario publicado cada viernes en Londres y distribuido en los 5 continentes desde 1866



Fuente: *Engineering*, Fons Históric ETSEIB, Universidad Politècnica de Catalunya.

comenzaron a perfilar un tipo de experimentación cuyo aporte aún está por dilucidarse. Estos ingenieros, científicos y entusiastas tuvieron la visión y la valentía para tomar opciones de ciencia y tecnología al margen de la corriente principal y respondieron al desafío, que aún permanece vigente, de utilizar el recurso más abundante que existe en el desierto de Atacama: la energía solar.

2. Las tecnologías de la energía solar y su duración intermitente

Ya visto que el desierto de Atacama era un espacio utilizado en la experimentación en la combinación de distintos diseños de artefactos o intentos de adaptación, no es de extrañar que esta investigación haya pesquisado entre 1872 y 1981 un cierto número de ideas, inventos, planes y proyectos en los que la energía solar tenía una participación relevante o con la cual se exploraban posibilidades alternativas a las soluciones pensadas fuera del espacio del desierto.

En la escala industrial las instalaciones de mayor alcance fueron, sin duda, las tres desaladoras de agua

continental que funcionaron en Las Salinas (1872), Sierra Gorda (1883) y Oficina Domeyko (1907) (Arellano, 2015). Su capacidad de producción, complejidad de procesos, sencillez de diseño y el tiempo en que fueron construidas hacen que las noticias de su existencia tengan una relevancia especial.

Pero tan singular como su aparición ha sido el descubrimiento de su inexplicada desaparición no obstante haberse acreditado que Las Salinas y Sierra Gorda funcionaron, al menos, una década cada una. Aquellas memorias sueltas se diluyeron en el olvido y en el silencio de sus existencias. Así también ha ocurrido con otras iniciativas que se ensayaron y también promovieron el uso de la energía solar.

En un largo proceso que va desde 1933 a 1952 se realizaron investigaciones y análisis internos en las empresas Compañía Salitrera Anglo Chilena y Lautaro Nitrate Company, cuya fusión en la Compañía Salitrera Anglo Lautaro fue resultado de la implementación de un sistema de obtención de subproductos del salitre gracias a la utilización de la energía solar. El Diario Oficial de Chile (1949) publicó las patentes: Planta de evaporación solar compuesta de pozas de evaporación solar y Tratamiento de caliche y de salitre elaborado, por evaporación Solar durante el ejercicio. En 1952 comenzaron las operaciones de las Pozas solares para evaporación de agua y la obtención de Potasio que había diseñado el ingeniero Edgar Stanley Freed (Carpeta 32, Caja 5, Fondo COVENSA).

A pesar que este diseño fue suficientemente divulgado en sus primeros años de funcionamiento, especialmente como reconocimiento ante la prematura muerte de Stanley Freed, su existencia fue perdiendo rápidamente interés general y en la década siguiente era sólo materia de estudio de algunos ingenieros (Hirschmann, 1961). Esta es la tecnología que se sigue utilizando en la actualidad.

Aún más, en las sombras permanece la memoria acerca de la invención de los *atrapanieblas*. Una variedad de diseños se han y se están ensayando hoy en día en los llamados jardines de niebla o granjas de nubes (Regalado y Ritter, 2016).

Los *atrapanieblas* son instrumentos diseñados para cosechar la destilación natural que ocurre como parte del ciclo del agua, en el que la evaporación se traslada en forma de nubosidad y ésta puede ser condensada y acumulada. La sencillez y la astucia del ingenio son abrumadores (Soriano, 2015; Cereceda, 2014), pero su historia no ha sido elaborada.

Entre los escasos antecedentes con que se cuenta se encuentra el testimonio del físico Carlos Espinosa Arancibia, quien, frente a la necesidad de proveer de agua a su familia en la ciudad de Antofagasta, en una época en la que el suministro de agua potable muchas veces no superaba las 3 horas diarias, inventó un artefacto para capturar el agua de la niebla conocida localmente como Camanchaca. Este invento, perfeccionado y bautizado

como diseño Macrodiamante, fue patentado por Carlos Espinosa y luego donada su patente a la Universidad de Chile para, posteriormente, ser regalada a la humanidad a través de la UNESCO (Alegre, 2002; Espinosa, 2005 y 2012).

Este quehacer inventivo no era un hecho aislado pues una larga lista de científicos e ingenieros de las universidades del Norte, de Antofagasta, y Técnica Federico Santa María, de Valparaíso, conformaron laboratorios de investigación acerca de la energía solar aplicada. En la Sección Energía Solar del Departamento de Ciencias Físicas de la Universidad del Norte podemos mencionar a Orlayer Alcayaga, Wilfredo Jiménez, el propio Carlos Espinosa, Ricardo Zuleta, Carlos Franco, Carlos Aguirre y Humberto Gatica (Espinosa, 2005). En la Universidad Santa María, en tanto, Julio Hirschmann dirigió primero el Laboratorio de Termología, luego Laboratorio de Energía Solar y a inicios de 1970 el denominado Centro de Investigación de Energía Solar. Colaboraron allí Víctor Bocic, German Frick, Johan von Sommerfeld, Max von Brand, Hugo Araya, Hugo Mery, Esteban Azpiri, Arnold Keller, Roberto Sota, Gabriel Osorio, Rafael Bolocco, entre otros (CIES, 1980). Además de las contribuciones en búsqueda de soluciones a través de artefactos termosolares se debe mencionar que en aquellos tiempos se realizaron experimentaciones con termocoplas, es decir, hubo aproximaciones a los primeros intentos de convertir radiación solar en electricidad o lo, que en el siglo XXI, conocemos como energía fotovoltaica.

Estos centros de investigación en Antofagasta y Valparaíso en el período de 1960 a 1980 eran los principales referentes chilenos en el concierto internacional. Considérese, por ejemplo, que en diciembre de 1970 se inauguró oficialmente el “Archivo Nacional de Evaluaciones Solares” y, en acuerdo con la Oficina Meteorológica de Chile, fue ubicada en la Universidad Santa María.

Aquella relevancia es la que puede explicar que varios de los principales investigadores en energía solar aplicada del mundo visitaran Chile, muchos, sin dejar de visitar el desierto de Atacama. El 15 de julio de 1960 Farrington Daniels, por entonces Vicepresidente del Academy of Science de Estados Unidos, visitó el Laboratorio en Valparaíso y luego se dirigió a Atacama, precediendo las visitas y misma trayectoria de John Duffie y Reimond Bliss. En la lista se encuentran también: G. T. Ward de Canadá, Ichimatsu Tanashita de Japón, Felix Trombe de Francia, Zoltan Dobosi de Hungría, R. Sobotka de Israel, Johannes Dannies de UNESCO (Hirschmann, 1970). Añadiremos que el 6 de enero de 1967 estaba prevista la visita de Frank E. Edlin, entonces Secretario Ejecutivo de la International Solar Energy Society (Edlin, 1966)

Tal como se puede apreciar, el interés internacional en el desierto de Atacama, en especial en sus características para medir la constante solar, era significativo a

mediados del siglo XX. Sin embargo, este interés científico se había manifestado tempranamente en la década de 1910 cuando el Smithsonian Institute impulsó la instalación de un Observatorio de Astrofísica en el cerro Montesuma de Calama (Abbott, 1918; Duerbeck, 2003) y se prolongó permanentemente incluyendo la visita de Felix Trombe, vinculado al Centre national de la recherche scientifique (CNRS) de Francia (Bouvier y Pehlivanian, 2013) y al Battelle Institute (Battelle, 1976).

En el cúmulo de informaciones de estas memorias sueltas de una historia de la tecnología, todavía por ensamblarse en una memoria emblemática, es posible observar el fenómeno de la duración intermitente de las tecnologías en el caso del uso de la energía solar. La fecunda actividad y la dedicación persistente de ingenieros, científicos, académicos tanto de Chile como del mundo occidental y su norte global produjeron un cuerpo de conocimiento cuya circulación se aprecia restringida y cuya valoración parece no corresponderse con los esfuerzos realizados y los méritos conseguidos. Todavía peor, más bien parece que el devenir de la historia de la ingeniería ha relegado al olvido a estos pioneros de la investigación e invenciones que permitieron las excepcionales condiciones del desierto de Atacama y ocultado completamente la eventual participación de mujeres..

Como se ve, la tarea de compilar las microhistorias y biografías de este laboratorio de la ciencia y la tecnología que ha sido el desierto de Atacama se encuentra pendiente y requiere un largo proceso de investigación para comprender y valorar sus aportes.

3. Discusión: El (des)ensamblaje de la invención con el entorno.

Se ha demostrado que el desierto de Atacama ha sido un territorio de experimentación y puesta en marcha de distintas tecnologías y procesos, varios de ellos como ampliación de desarrollos novedosos en otros lugares del mundo, como es el caso del ferrocarril. Queda pendiente indagar las estructuras sociales y los acontecimientos que sustentaron la diversidad de alternativas técnicas que se utilizaron en Chile y en Atacama, lo que ha sido ejemplificado a través de la diversidad de trochas.

Pero, de cualquier manera, la mayor singularidad de los experimentos realizados en el desierto de Atacama la encontramos en el campo de la Energía Solar. Este hecho, a pesar de las evidentes condiciones ambientales de la zona no fue ni suficientemente valorado en términos de la cultura local, entendiendo por ello el interés de otras comunidades que no fuera la científico-tecnológica tanto nacional como internacional.

Uno de los elementos llamativos al respecto es que a través del tiempo las distintas formas de experimentación fueron siendo descartadas y relegadas al olvido o el silencio; esto indica que su condición de

viabilidad, pese a demostrar utilidad y pertinencia, no fue considerada como alternativa válida en los procesos de selección técnica.

Tal como se ha mencionado, programación y predictibilidad son factores ideológicos claves a examinar en su modo de influencia en los procesos de selección de tecnologías y la innovación. Esto conforma una parte relevante de las estructuras de lo que podemos entender como cultural ingenieril, amarrada a los esquemas de los tres tipos de economía y productividad: escala, continuidad y velocidad.

Este esquema ideológico deja fuera de sus criterios de calidad la condición local del territorio y desacopla el entorno con las tareas productivas a desarrollar. Subyace aquí toda la potencia de la dicotomía Sociedad/Naturaleza, incentivando la concepción antropocéntrica que admite y fomenta el extractivismo como forma de circulación de la energía y materia.

Nuestro caso de análisis deja en claro, además, que el proceso de fragmentación y desensamblaje de los recursos y servicios medioambientales tiene un correlato en las formas de administración de la memoria incidiendo en el extravío de los aportes de entusiastas, investigadores e inventores de los siglos XIX y XX; fenómeno en el que podremos calificar la innovación como desecho, pues la cultura local no ha sido capaz de integrar elementos que van en su propio beneficio.

Abreviaturas

AG&S: Anthony Gibbs & Sons.

ANH: Archivo Nacional Histórico de Chile.

CIES: Centro de Investigación de Energía Solar.

CMN: Consejo de Monumentos Nacionales.

CSA: Compañía de Salitres de Antofagasta.

COVENSA: Corporación de Ventas de Salitre y Yodo de Chile.

FCSA: Fondo Compañía de Salitre de Antofagasta.

LMA: London Metropolitan Archives.

SABVI: South American branches, Valparaiso, Chile: annual accounts.

Notas

1. Decreto/ley N° 1354, 11 de Noviembre de 1902: "Se reconoce a don P. M. Proromant como Ajente Consular de Francia en Antofagasta" (Lira, 1905: 177).

2. MAMY, Henri (1891) "TravauxPublics: Le Viaduc du Malleco, Au Chili", Le Génie Civil, XVIII, 28 Février, 277. Otro artículo fue publicado en La Nature el 10 de enero de 1891. Parece muy probable que el interés francés en la obra se deba a la participación de Le Creusot como proveedor del material necesario para la construcción del viaducto del Malleco.

3. DS 0433 15/01/1980. Tranque Sloman. Ubicado en el curso del río Loa, 16 km al S del Pueblo Quillagua, extendiendo la declaración a la zona de vegetación del cañón, y en trescientos (300) metros al Norte y al Sur del mencionado Tranque. El DS 0266 31/07/1991 amplió la declaratoria incluyendo: Casa de máquina o de fuerza con 3 turbinas VoiythHeidenheim, acopladas directamente a generadores Siemens Schuckert de 350 KWH cada uno e instalaciones anexas, Edificio de administración y alojamiento del Tranque Sloman.

Referencias bibliográficas

ABBOTT, C. G. (1918). "The Smithsonian solar constant observatory at Calama, Chile". *Popular Astronomy*, 26, 633.

ALEGRE, P. (2002). "El padre de los atrapanieblas". *El Mercurio*, Antofagasta, 17 de diciembre. Online: <http://www.mercurioantofagasta.cl/site/apg/reportajes/pags/20021217182451.html>

ARELLANO, Nelson. (2015). *La ingeniería y el descarte artefactual de la desalación solar de agua: las industrias de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko (1872-1907)*. Tesis para optar al grado de doctor, Universidad Politécnica de Cataluña, España.

ARELLANO, Nelson y ROCA-ROSELL, Antoni. (2013) "La Ingeniería Británica y La Desalación de Agua en el Siglo XIX: El uso de energía solar (1872) y su descarte", *Quipu Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, 15, 2, 163-191.

BASALLA, George. (1988). *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press. Spanish translation: La evolución de la tecnología, Barcelona, Editorial Crítica, 1991.

BATTELLE. (1976). *Estudio de factibilidad de Centrales de Potencia en el norte de Chile*, Battelle Centre de recherche de Gêneve, Suiza.

HUGHES, T. (1987). "The Evolution of Large technological Systems", 51-82, en: BIJKER, W. E., HUGHES, T. P., PINCH, T., & DOUGLAS, D. G. *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge. MIT press.

- BOUVIER, Yves y PEHLIVANIAN, Sophie. (2013). "Introduction", *Annales historiques de l'électricité*, 1, 11, 8-10. DOI 10.3917/ahe.011.0007.
- BRIANTA, D. (2000). "Education and training in the mining industry, 1750-1860: European models and the italian case" *Annals of Science*, 57(3), 267-300.
- BURGOS, Guillermo 89. (2015). *Veleros Franceses y Alemanes en la Ruta del Salitre*. Editorial Rica Aventura; Santiago, Chile, 235 pp.
- CAPALDO, Adriana. (2010). *Expansión imperialista y su particularidad en la explotación Alemana de las salitreras del cantón el toco 1880-1930*, Tesis para optar al grado de Magister en Historia mención Europa, Universidad de Chile.
- CERECEDA, P. (2014). "La Niebla: Localización geográfica y recurso hídrico", 13-35, en: Cereda, P. Hernández, P., Leiva, J. y Rivera, J., *Agua de Niebla: Nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas*. Dirección General de Aguas, Chile.
- CIES. (1980). *Publicaciones de colaboradores del centro de investigación de energía solar*. Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso.
- CMN. (2005). "Nómina de Monumentos Nacionales declarados entre 1925 y 2000". Segunda Serie, N° 90, *Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales*, Santiago de Chile.
- DUERBECK, H. W. (2003). *National and international astronomical activities in Chile 1849-2002. Proceedings: Interplay of Periodic, Cyclic and Stochastic Variability in Selected Areas of the HR Diagram*, 292, 3-20 [online: <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/seri/ASPC./0292/0000020.000.html>].
- EDGERTON, David. (2007). *Innovación y tradición: historia de la tecnología moderna*, Barcelona, Editorial Crítica.
- EDLIN, Frank. (1966). *Letter by Frank E. Edlin to Harold Heywood: Arrangements for visits by Executive Secretary F.E. Edlin 1967*, november 1st, College Archives and Corporate Records Unit, Imperial College London.
- ESPINOZA, Carlos. (2005). *Camanchacas*. Memorandum. Archivo personal Carlos Espinosa.
- ESPINOZA, Carlos. (2012). Comunicación personal 04 y 06 de enero, Antofagasta.
- GALAZ-MANDAKOVIC, D. (2016). "Industrialización minera, urbanización e innovación en las relaciones sociales en el sudoeste del altiplano boliviano: el caso de la Compañía Huanchaca de Bolivia (1834-1930)". *Estudios atacameños*, (52), 153-175.
- GALAZ-MANDAKOVIC, Damir. (2017). "Turbinas y electricidad para la mina, lámparas a parafina para la población: crónica de una asimetría del capitalismo minero en Tocopilla (1914-1942)". *Estudios atacameños*, Epub 25 de enero de 2017. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432016005000028>
- GILLE, Bertrand. (1999). *Introducción a la historia de las técnicas*, Barcelona, Editorial Crítica.
- GONZÁLEZ, Sergio. (2002). *Chilenizando a Tunupa. La escuela pública en el Tarapacá andino 1800-1990*. Santiago de Chile: DIBAM, Universidad Arturo Prat, Instituto de Estudios Andinos, Centro de investigaciones Barros Arana.
- GONZÁLEZ, Sergio. (2004). *El dios cautivo: las Ligas Patrióticas en la chilenización compulsiva de Tarapacá (1910-1922)*. Lom Ediciones.
- GONZÁLEZ, Sergio. (2007). *Ofrenda a una masacre: claves e indicios históricos de la emancipación pampina de 1907*. Lom Ediciones.
- GONZÁLEZ, Sergio. (2011). "Auge y crisis del nitrato chileno: la importancia de los viajeros, empresarios y científicos, 1830-1919." *Tiemphistórico: revista de la Escuela de Historia*, (2), 159-178.
- GROSS, Matthias. (2016). *Give Me an Experiment and I Will Raise a Laboratory, Science, Technology, & Human Values*, Vol. 41(4) 613-634.
- HEADRICK, D. (1989). *Los instrumentos del Imperio. Tecnología e imperialismo europeo en el siglo XIX*. Alianza Editorial. Madrid.
- HIRSCHMANN, J. (1961). "Evaporadores y destiladores solares en Chile", *Scientia* [Valparaíso], XXVIII, 116, 27-45.
- KUO, Maggie. (2017). "Yes, you can have a life outside the lab". *Science Magazine*, AAAS, DOI: 10.1126/science.caredit.a1700042, recuperado de internet el 24 de mayo de 2017.
- LATOUR, B., & WOOLGAR, S. (2013). *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton University Press.
- LUBBOCK, Basil. (1932). *The nitrate clippers*. Glasgow, Brown, Son & Ferguson.
- MARÍN-VICUÑA, Santiago. (1924). Santiago Marín Vicuña, "Trocha única panamericana", en *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, Vol. 24, no. 11, noviembre, pp. 681-691, presentado en: Memoria sobre Política Ferroviaria de la América. presentada a la V. Conferencia Pan-Americana, celebrada en Santiago de Chile en Abril de 1923.
- MARX, Leo. (1994). "The idea of 'Technology' and Postmodern Pessimism", en SMITH, Merritt and MARX, Leo (1994) *Does Technology drive History?. The Dilemma of Technological Determinism*, Cambridge, MIT Press.
- MEDINA, E., DA COSTA MARQUES, I., HOLMES, C., & CUETO, M. (2014). *Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America*. Cambridge, MIT Press.
- MONTEON, M. (1982). *Chile in the Nitrate Era: The evolution of economic dependence, 1880-1930*. University of Wisconsin Press.
- MUSACCHIO, A. (2000). *Los capitales alemanes en la Argentina en la década del 30*. *Jahrbuch für Geschichte von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft Lateinamerikas*, 37, 245-270.

REGALADO, C. M., & RITTER, A. (2016). "The design of an optimal fog water collector: A theoretical analysis". *Atmospheric Research*, 178, 45-54.

SORIANO, M. A. (2015). *Niebla como fuente alternativa para suministros de agua*. Trabajo de grado en el especialización de Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Gravito.

SMEATON, W. A. (1954). "The early history of laboratory instruction in Chemistry at the Écolepoly technique, Paris, and else where". *Annals of science*, 10(3), 224-233.

VÁZQUEZ, M. Á. (2001). "Más allá del Laboratorio. La Antropología del Conocimiento Científico como apuesta metodológica". *Política y Sociedad*, 37, 105-126.

Fuentes

ANH, FCSA, Vol. 391. Memorandum P.M. Proromant dirigido al Administrador General.

ANH, CSA, Vol. 307. Carta N° 24, Folio 128, 24 de enero de 1873. Correspondencia enviada a Evaristo Soubllette.

COVENSA Carpeta 32, Caja 5. Salitre Potásico. Memorandum 28 de mayo de 1935. Freed propone producir salitre potásico. Informe 171: Evaporación con pozas de evaporación (sic).

Diario Oficial de Chile. Edición 10-02-1949, Página 8, Patente planta de evaporación solar compuesta de pozas de evaporación solar.

Diario Oficial de Chile. Edición 27-12-1949, Página 5, tratamiento de caliche y de salitre elaborado, por evaporación Solar durante el ejercicio 1948/49.

LIRA SMITH, José Santos (1905) Índice de decretos i leyes del Ministerio de Relaciones Exteriores Culto y Colonizacion 1897 a 1903. Santiago de Chile. Taller Fotográfico del instituto de sordo-mudos calle de Argomedo 412.

LMA, AG&S, South American branches, Valparaiso and Iquique, Chile: annual accounts. CLC/B/012/MS11033/008

LÓPEZ, E. (1925). Consideraciones sobre la industria del Salitre. Santiago, Imprenta Cervantes, 314.

MAMY, Henri (1891) "TravauxPublics: Le Viaduc du Malleco, Au Chili", Le Génie Civil, XVIII, 28 Février, 277.

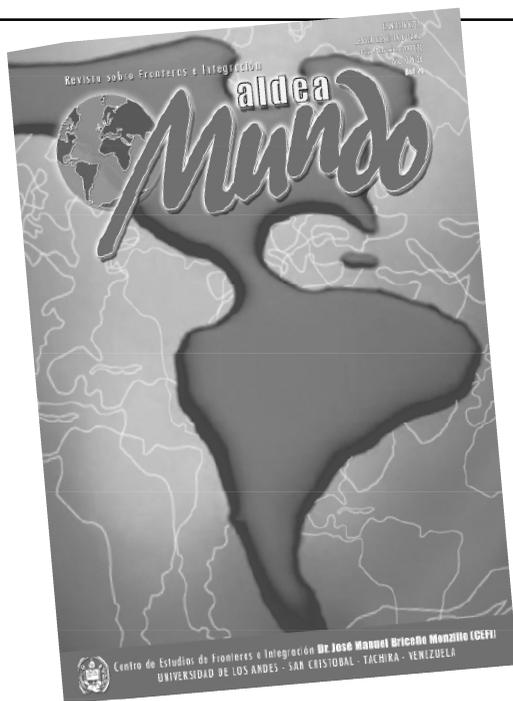
* Nelson Arellano Escudero

Doctor en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo (2015), Universidad Politécnica de Cataluña (BarcelonaTECH), España. Máster en "Investigación Social aplicada al Medio Ambiente" (2008-2009), Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España. Investigador responsable del proyecto (2016-2018) Fondo de Investigación Científica y Tecnológica (Post-Doctorado Fondecyt-Chile) N° 3160197: "La evolución de la tecnología y el problema de la sustentabilidad: la incidencia de los factores culturales en el descarte de las tecnologías de la energía solar. Análisis de la industria del salitre en Chile (1907-1981)".

Cargo: Académico investigador. Proyecto HAR2016-75871-R (2017-2020). Mathematics and Engineering: new criticalwiewpoints (XVI-XX centuries) ejecutado por la ETSEIB de la Universidad Politécnica De Cataluña, España y financiado por el ministerio de economía y competitividad, España.

E-mail: narellano.5@gmail.com

Fecha de Recibido: Agosto 2017
Fecha aprobación: Septiembre 2017



AldeaMundo

Año 22, N° 43

Enero-Junio 2017 (1)

CONTENIDO

INVESTIGACIÓN/RESEARCH/RECHERCHE

Los cambios históricos contemporáneos y la exigencia de la innovación en la enseñanza geográfica

Contemporary historical changes and the demand for innovation in geographical teaching

Les changements historiques contemporains et l'exigence de l'innovation dans l'enseignement géographique

JOSÉ ARMANDO SANTIAGO RIVERA

Colombia y la situación de los desplazados y refugiados: Consideraciones teórico-jurídicas

Colombia and the situation of the displaced and Refugees: Theoretical- Legal considerations

La Colombie et la situation des personnes déplacées et des réfugiés : Considérations théoriques-juridiques

JUAN CARLOS MORALES MANZUR Y LUCRECIA MORALES GARCÍA

Barreras físicas y técnicas al comercio en la frontera Táchira – Norte de Santander y su incidencia en la integración regional suramericana

Physical and Technical Barriers to trade and in the Táchira – Norte de Santander border and their influence on regional integration in South America

Barrières physiques et techniques au commerce dans la frontière Táchira - Norte de Santander et son incidence sur l'intégration régionale de l'Amérique du Sud

JOSÉ GREGORIO TORRES

Instituciones de Educación Superior Venezolanas frente a Mercosur: fortalezas y debilidades en materia de propiedad industrial

Venezuelan Higher Education institutions against Mercosur: Strengths and weaknesses in the area of industrial property

Les institutions vénézuéliennes d'enseignement supérieur face au Mercosur : forces et faiblesses dans le domaine de la propriété industrielle

AURA ESTHER TROCONISTROCONIS Y CAROLINA LOURDES RODRÍGUEZ AGUILERA

Contrabando y conflictividad social en la frontera Táchira-Norte de Santander

Smuggling and social conflictivity in the Táchira- Norte de Santander border

Contrebande et conflictualité sociale dans la frontière Táchira – Norte de Santander

NEIDA ALBORNOZ ARIAS

ANÁLISIS Y DOCUMENTOS/ ANALYSIS AND DOCUMENTS/ L'ANALYSE DES DOCUMENTS ET:

La transformación de la dinámica fronteriza en el Táchira

The transformation of Borderdynamyc in Táchira

La transformation de la dynamique frontalière dans le Táchira

CARLOS ALBERTO ROMERO MENDOZA

Frontera Cerrada-Consecuencias y perspectivas

Closed Border-causes and consequences

Frontière fermée – Conséquences et perspectives

MARÍA TERESA BELANDRIA EXPÓSITO

AGENDA

De las relaciones colombo venezolanas julio-diciembre 2016

Of Colombia-Venezuela Relations July-December 2016

Des relations colombo – vénézuéliens juillet- Décembre 2016

INDICE ACUMULADO/CUMULATIVE INDEX/INDEX CUMULATIF

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES/INSTRUCTIONS TO AUTHORS/INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

RESEÑAS/BOOK REVIEWS/ COMPTES-RENDUS

Fronteras en Colombia como zonas estratégicas: Análisis y perspectivas

Borders in Colombia as strategic Zones: Analysis and perspectives

Frontières en Colombie comme zones stratégiques: Analyse et perspectives

POR : MARLENE OTERO SILVA