

PARA BIEN DE LA HUMANIDAD: JULIO HIRSCHMANN RECHT (1902 - 1981) Y LA ENERGÍA SOLAR EN VALPARAÍSO, CHILE

FOR THE GOOD OF MANKIND:

JULIO HIRSCHMANN RECHT (1902 - 1981)

AND SOLAR ENERGY IN VALPARAÍSO, CHILE

Nelson Arellano Escudero*

Universidad Politécnica de Cataluña, España.
narellano.5@gmail.com

Resumen

A mediados del siglo XX en el mundo occidental se intensificó la investigación acerca de las aplicaciones técnicas de la energía solar. En Chile uno de los actores principales de esta experiencia fue un ingeniero Mecánico nacido en Bolivia, formado en Alemania y que, procedente de la Unión Soviética en 1937, se arraigó en Valparaíso. Las investigaciones de Julio Hirschmann Recht cubrieron los aspectos físico-químicos del fenómeno energético, pero además incorporaron aspectos sociales y culturales del complejo tecnoinstitucional. A través de un análisis de archivo y testimonios se ofrece una caracterización incipiente de la trayectoria del principal investigador de los usos de la Energía Solar en Chile, de quien aún no existe una biografía.

Palabras clave: Ingeniería – Energía Solar – Chile – Desalación – Historia de la Tecnología

Abstract

Research regarding the application of solar energy techniques intensified in the second half of the twentieth century. In Chile, the mechanical engineer Julio Hirschmann, one of the principal researchers, was born in Bolivia, studied in Germany, and, after he left the Soviet Union, lived in Chile. Hirschmann's research focused on the physical-chemical side of the energy

* Candidato a doctor por la Universidad Politécnica de Catalunya, programa de Sostenibilidad, técnica y humanismo. Pasantía en el Programa de Doctorado en Historia, de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile (2014).

phenomenon but he also added social and cultural aspects to the techno-institutional complex. Through an archival review and eyewitness interviews, this article offers an initial sketch of the story of the most important researcher in the Chilean solar energy, who has yet to have a biography written about him.

Keywords: Engineering – Solar Energy – Chile – Desalination – History of Technology

INTRODUCCIÓN

El presente artículo se inscribe en el desarrollo de la investigación en curso en el programa de doctorado “Sustentabilidad” de la Universidad Politécnica de Cataluña, España, cuyo caso de estudio es la construcción, operación y cierre de la primera industria solar para desalación de agua. Esta instalación fue diseñada por el ingeniero Charles Wilson, construida en el desierto de Atacama en 1872 con una capacidad de producción diaria máxima de casi 20.000 litros de agua para consumo humano y animal¹.

Se ha llegado a conocer la existencia de esta aplicación técnica gracias al encadenamiento de cuatro actores principales: Charles Wilson, el ingeniero inventor, Josiah Harding, ingeniero civil que sistematizó la única información hasta ahora conocida, Maria Telkes, investigadora de fenómenos físico-químicos, y Julio Hirschmann Recht, ingeniero mecánico que indagó en los aspectos técnicos y sociales de la planta de Las Salinas².

Para ninguno de estos investigadores existe una biografía que sintetice sus trayectorias y aportes a las aplicaciones de la energía solar, por lo que parece apropiado abordar la figura de Julio Hirschmann Recht, ingeniero mecánico y académico de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) ofreciendo una nota biográfica que persigue relevar su figura e invitar a observar el desempeño chileno en el área de la Investigación y Desarrollo (I+D) con una mirada historiográfica que explora los archivos y publicaciones académicas que resultan pertinentes, complementándolos con testimonios de otros investigadores contemporáneos a su carrera³.

¹ Arellano, Nelson, “La planta solar de desalación de agua de las salinas (1872). Literatura y memoria de una experiencia pionera”. *Quaderns d’història de l’enginyeria*. Vol. XII. 2011.

² Arellano, Nelson, “Communication: “Four biographies in the history of industrial solar desalination. A century of pioneers (XIX-XX)”. *5th Conference of the European Society of History of Science*. Atenas. 1 al 3 de noviembre 2012.

³ Cabe agradecer la colaboración del Sr. Roberto Sota K., meteorólogo graduado en la Pennsylvania State University, quien desarrolló toda su carrera en el Laboratorio de Energía So-

Hirschmann tuvo una trayectoria reconocida internacionalmente entre las décadas de 1950 y 1970 en el campo de la energía solar, desarrollando una investigación sistemática acerca del problema energético chileno y proponiendo su solución a través de la energía solar aplicada. No obstante ello, su contribución ha quedado en el mismo silencio que la mayor parte de los trabajos tanto de sus contemporáneos y como de los precursores de la investigación en este campo del conocimiento.

Esta situación es comprensible en el modelo de George Basalla, donde se nos advierte que la mayor parte de la indagación en la historia de la tecnología se hace en torno a los objetos perpetuados por la selección, mientras que las alternativas viables suelen ser obliteradas⁴. En el caso de la energía solar esto concuerda con la situación de memorias sueltas de acontecimientos y actores, soslayados por la narrativa hegemónica de la memoria emblemática de los combustibles fósiles, capaz de colonizar el concepto de *energías convencionales*, a pesar de su condición efímera por defecto⁵.

Se encarna aquí lo que George Kubler explicaba con su alegoría de los eventos históricos como eventos astronómicos, que a veces nos resultan visibles mucho tiempo después que ellos han ocurrido⁶. La ausencia de lugar de los usos de la energía solar en la historia de la tecnología y, aún, en la historia ambiental se enlaza con la propia intermitencia que ha tenido en la evolución tecnológica de los últimos tres siglos.

Por ello es perentorio hilvanar la lista de pioneros a quienes se les ha prestado una limitada atención, como De Saussure, Pouillet, Herschel, Forbes, Ericsson y Wilson, que requieren ser revisitados; así parece del todo recomendable agregar a este análisis los aportes de Tyndall, Mouchot y Pifre, todos del siglo XIX. La constitución de sus idearios técnicos es un misterio por desentramar

lar de la Universidad Técnica Federico Santa María con un destacado papel en Historia del Registro Nacional Solarimétrico. Asimismo, la Dra. Emmy Delyannis, Ingeniera Química de la Universidad Técnica de Atenas y post graduada en la Universidad de Kansas, en Lawrence, Escuela de Ingeniería Química de Kansas y en la Universidad de Karlsruhe de Alemania. Un tercer testimonio fue obtenido a través del doctor honoris causa por la Universidad Católica del Norte, Dr. Carlos Espinosa Arancibia, Físico e investigador de la Energía Solar y Nuclear. En cuanto al acceso a los archivos del Laboratorio de Energía Solar "Julio Hirschmann Recht", esto fue posible gracias a la gentil colaboración del Ingeniero Rafael Bolocco M.

⁴ Basalla, George, *La Evolución de la Tecnología*. Barcelona, Editorial Crítica, 2011.

⁵ Stern, Steve, "De la memoria suelta a la memoria emblemática: Hacia el recordar y el olvidar como proceso histórico (Chile, 1973-1998)". Garcés, Mario *et al.* (eds.). *Memorias para un nuevo siglo Chile, miradas a la segunda mitad del siglo veinte*. Santiago, LOM. 2000.

⁶ Kubler, George, "Algunos tipos de duración". *La Configuración del tiempo: Observaciones sobre la historia de las cosas*. Madrid. Nerea. 1988. pp. 145-186.

tanto como el de los investigadores e investigadoras del siglo XX: Farrington Daniels, Maria Telkes, Julio Hirschmann, Anthony Delyannis, Emmy Delyannis, G.O.G. Löf, Roy Popkin y S. G. Talbert, entre muchos otros⁷.

Cabría entonces considerar la posibilidad de establecer un enfoque prosopográfico que iluminara el conjunto de sujetos como generaciones vinculadas, aunque hasta ahora los datos disponibles muestran una relación feble ligada casi exclusivamente a la literatura que unos investigadores dejaron y que los siguientes recogieron.

Dada esta condición cabe comenzar por la exploración y descripción de la subjetividad técnica que impulsó a investigadores e inventores al estudio de las aplicaciones de la energía solar. En este sentido, el caso de Julio Hirschmann alcanza una alta relevancia en tanto reúne características peculiares: sus habilidades le permitieron cruzar muchas fronteras geográficas, políticas, religiosas, disciplinarias e institucionales.

Desde luego, a él y a su generación le favoreció un hecho que no debe ser connotado como circunstancial, sino de una racionalidad analítica cuya solidez parece más fácil apreciar en el siglo XXI, pues aunque aún no se logre implantar un plan global y de largo alcance en el tiempo, es un hecho que persiste el problema de la sustentabilidad de las tecnologías de los hidrocarburos⁸. Esta apreciación era lo suficientemente fuerte en la primera mitad del siglo XX, cuando ya se consideraba con seriedad la amenaza de la crisis energética incentivándose una exploración en fuentes alternativas capaces de ampliar la variedad del suministro⁹.

Así fue que en 1952 la *Material Policy Commission*, conocida como Comisión Paley, sugirió que los Estados Unidos de América (EUA) debían desarrollar la Energía Solar y otras fuentes de energía alternativa para retardar la creciente dependencia de los EUA del petróleo del Medio Oriente¹⁰.

⁷ Arellano, Nelson, "Salitre, Desierto y Energía: Investigación y desarrollo en la historia del uso industrial de la Energía Solar en el Cantón Central de Antofagasta (1872- 1908?)". González Miranda, Sergio. *La sociedad del salitre: protagonistas, migraciones, cultura urbana y espacios públicos (1870 -1940)*. Santiago. RIL editores. 2013.

⁸ Unruh, Gregory, "Understanding Lock-in Carbon". *Energy Policy*. Vol. 28. 2000. pp. 817-830; Hughes, Thomas, *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*. Maryland, The John Hopkins University Press, 1993. Hughes, Thomas, "The Evolution of Large technological Systems". Bijker, Wiebe. Hughes, Thomas y Pinch, Trevor (eds.). *The Social Construction of Technological Systems*. Massachusetts. MIT. 2012, pp. 51-82.

⁹ Laird, Frank N., "Constructing the Future Advocating Energy Technologies in the Cold War". *Technology and Culture*. Vol. 44. N°1. 2003. pp. 27-49.

¹⁰ Strum, Harvey, "Eisenhower's Solar Energy Policy". *The Public Historian*. Vol. 6. N° 2. 1984.

En 1953 la *National Science Foundation* auspició el Simposio sobre la Utilización de Energía Solar en la Universidad de Wisconsin, lo que le dio paso a la Asociación por la Energía Solar Aplicada a proponer, en 1954, un Simposio mundial de Energía Solar aplicada¹¹.

En paralelo, en 1952, la *Office of Saline Water of the Department of the Interior* condujo una investigación como parte de su programa de desalinización. Georg Löf, Maria Telkes, Bjorksten Research Laboratories y Du Pont obtuvieron contratos de investigación sobre cuatro diferentes tipos de destiladores solares¹².

De este grupo nos interesa la trayectoria de Maria Telkes porque, de una manera que hasta ahora es desconocida, accedió a los datos de la Planta desaladora de Las Salinas¹³. Esta información podría no ser del todo llamativa si no fuera por la aparición en su poder de una fotografía de la planta y otra del inventor. ¿Cómo unas fotografías del siglo XIX, tomadas en el desierto de Atacama fueron a dar a las manos de esta investigadora húngara que en esas fechas trabajaba en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT)? No hay indicios para responder a ello, por ahora, pero sí se ha constatado que Maria Telkes le informó a Julio Hirschmann de este dato que a él le era completamente desconocido hasta la década de 1950. Así Hirschmann se convirtió en el investigador de los usos de la energía solar que más dedicación puso en la recopilación de antecedentes y difusión de la existencia del ingenio de Charles Wilson¹⁴.

Evidentemente este ingeniero era consciente de la relevancia de la difusión de estas y otras informaciones que rebasaban largamente el plano técnico, incorporando los aspectos sociales y culturales que, nos dice George Basalla, son parte constitutiva de los procesos de evolución de la tecnología. Es justa-

pp. 37-50.

¹¹ *Ibíd.*, p. 39.

¹² *Ibíd.*, p. 42.

¹³ Telkes, Maria, "Fresh Water from Sea Water by Solar Distillation". *Industrial y Engineering Chemistry*. Vol. 45. N° 5. 1953. pp.1108-1114; Telkes, Maria, "Solar Stills Proceedings of the World". *Symposium on Applied Solar Energy*. Menlo Park. California. 1956; Telkes, Maria, *Research on methods for solar distillation*. Res. y Dev. Progr. Rept. No. 13, for Office of Saline Water, Dec. 1956. Recientemente se ha encontrado información fiable que da cuenta de una confusión muy relevante en torno a la fotografía pues se trataría de una imagen captada en 1907 en la Oficina Domeyko, El Boquete, Cantón de Aguas Blancas, a unos 100 kilómetros de distancia en dirección sur de la oficina Las Salinas. Para efectos de la investigación la pregunta de cómo se accedió a la imagen no resulta tan relevante en tanto fue publicada en Nueva York, Estados Unidos, y Londres, Reino Unido; ello no obsta que se investigue la circulación de la fotografía y la construcción del imaginario en torno a una planta solar, cuando en realidad eran dos.

¹⁴ Arellano, "La planta solar de desalación"; Arellano, "Salitre, desierto y energía".

mente por ello que se considera de alta relevancia presentar una exploración preliminar de la genealogía de las ideas y la producción investigativa de Julio Hirschmann Recht, su internacionalización, su aporte desde la academia y su interés por la energía solar.

SUJETO GLOBAL

Julio Hirschman Recht nació el 25 octubre de 1902 en Cochabamba, Bolivia, al menos nació con dos nacionalidades. Hijo de Martin Hirschmann Rehfish, boliviano, y Luisa Recht Damote, chilena; presumiblemente ambos padres eran de ascendencia alemana, aunque acerca de sus padres no hay mayores informaciones disponibles.

En su curriculum vitae, redactado por él mismo hacia mediados de la década de 1970, se constata una larga lista de fronteras que fue capaz de atravesar. Se desconoce dónde realizó sus estudios de primaria, pero se sabe que la secundaria la hizo en Alemania y, a continuación, estudió Ingeniería mecánica en la Universidad Técnica de Braunschweig.

Su testimonio indica que fue ayudante del profesor Carl Pfeleiderer, quien desde 1912 fue catedrático de vapor, capitán de artillería en la primera guerra mundial, para luego centrar gran parte de su investigación en el bombeo de fluidos, llegando a publicar en 1925 un trabajo sobre bombas centrífugas que se convirtió en un referente relevante en el área.

Para Hirschmann los difíciles años de la Alemania de entreguerras presumiblemente se vieron agravados por la rápida ascensión del partido nacional-socialista y el envolvente endurecimiento de una legislación orientada a la segregación y posterior persecución antisemita. Aunque unos pocos indicios vincularían a Julio Hirschmann con la masonería, su ascendencia judía es reconocida. Así se puede entender que en 1932, anticipándose a la persecución nazi, se dirigiera a la Unión Soviética (URSS), comenzando a trabajar en 1933 en la Universidad de Leningrado. Este paso impresionante, visto hoy, le llevó desde la Alemania nazi a la Rusia de Stalin en un solo viaje¹⁵; pero no se cuentan con antecedentes precisos acerca de los mecanismos institucionales que le facilitaron a un judío transitar en medio del antisemitismo cuyos vientos anticipaban grandes convulsiones¹⁶.

¹⁵ Weitz, Eric D., *Weimar Germany: Promise and Tragedy*. New Jersey, Princeton University Press, 2007, p. 496.

¹⁶ Karlip, Joshua M., *The Tragedy of a Generation: The rise and fall of Jewish nationalism in*

La atracción de Julio Hirschmann por ir a la Unión Soviética parece haber sido movilizado por un interés en el ambiente socialista, aunque su arribo no fue fácil. Para este tiempo parece que ya se encontraba casado con Maria Sander Scholz, junto a quien sobrevivía gracias a la venta puerta a puerta de productos de higiene¹⁷. Pero de manera sorprendente llegó a trabajar en la sección de Bombas Hidráulicas y Compresoras del Instituto Estatal de Máquinas para la Industria Química de Rusia y, además, desde 1934 fue Ingeniero Comisionado en la Universidad de Leningrado¹⁸.

En 1937 la Universidad Técnica Federico Santa María, desde Chile, le reclutó como parte del plan de contratación docente que buscaba profesores alemanes, aunque dada su condición de judío no se deben descartar otros factores¹⁹. Curiosamente él anotó en su curriculum vitae: “En 1936 regresó a Chile y ejerció su profesión de ingeniero”; afirmación que habla de una repatriación de la que no se tienen datos.

De cualquier manera, a sus 35 años había vivido en Europa y Sudamérica, por lo que sus habilidades lingüísticas incluían al menos castellano, alemán y ruso, aunque además Julio Hirschmann llegó a manejarse con fluidez en inglés y francés. Con todo ello, a lo largo de su carrera mantendrá la vinculación internacional de manera consistente.

La participación de Hirschmann en el ámbito internacional, facilitada por su condición políglota en ocasiones fue factible gracias a la gestión de recursos disponibles, por ejemplo, en organismos como el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) que aportaban becas para la asistencia a congresos y seminarios²⁰. Esta capacidad de captación de recursos facilitó que otros investigadores tuvieran la posibilidad de asistir a eventos de intercambio de conocimiento técnico y científico, como se desprende de la participación de

Eastern Europe. USA, Harvard University Press, 2013.

¹⁷ Comunicación personal con Roberto Sota, 14 de agosto y 6 de septiembre de 2012, Valparaíso.

¹⁸ “Curriculum Vitae de Julio Hirschmann Recht”. Archivo del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM. Valparaíso.

¹⁹ Comunicación personal con Roberto Sota, 14 de agosto y 6 de septiembre de 2012, Valparaíso. Otros elementos de análisis de esta situación fueron reportados en Matus, Mario, “El gran reto. La recepción de 13.000 refugiados judíos entre 1936 y 1940 por organizaciones judías de acogida”. Comunicación presentada en: *Imaginario, [Trans]fronteras y realidades múltiples. XX Jornadas de Historia de Chile*. Iquique. 12 – 14 de agosto 2013.

²⁰ Hirschmann, Julio, “Informe sobre mi participación en los congresos sobre energía solar en México y París”. Junio - julio 1973. Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado, 12 páginas). Valparaíso. Comunicación personal con Carlos Espinosa Arancibia, 4 de enero de 2012, Antofagasta.

la delegación chilena en Melbourne, Australia, compuesta por Germán Frick, Arnold Keller, Roberto Reed y Henry Surh. Tal como lo destaca el propio Julio Hirschmann, esta fue la única delegación latinoamericana que asistió a esta conferencia realizada en 1970²¹. Asimismo, Hirschmann fue representado en otras ocasiones por sus colaboradores²².

Imagen 1.

Julio Hirschmann e investigadores en Australia²³



Fuente: Laboratorio de Energía Solar UTFSM-Chile.

Durante esos veinte años Julio Hirschmann Recht, solo y junto a otros investigadores²⁴, difundió en varios artículos científicos la existencia de la Planta

²¹ Hirschmann, Julio, "Informe sobre la participación de la delegación chilena en la Conferencia Internacional de Energía Solar en Melbourne". Melbourne. 2 al 6 de marzo de 1970. Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado, 4 páginas). Valparaíso.

²² Hirschmann, Julio, *Mathematical approximate equations for solar radiation incidental to a determined site*. Comunicación presentada en el Congreso de UNESTO sobre mediciones de radiación solar en Ginebra. 1976. Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado, 11 páginas incluidos anexos). Valparaíso. Esta comunicación fue leída el 31 de agosto de 1976 por el Dr. Pedro Roth en Ginebra.

²³ De izquierda a derecha: Profesores John Duffie, Julio Hirschmann e Ichimatsu Tanishita en un encuentro en Melbourne, Australia.

²⁴ Frick, German y Hirschmann, Julio, "Theory and Experience with Solar Stills in Chile". *Solar Energy*. Vol. 14. 1973. pp. 405-413.

de Las Salinas, analizando varias de sus características, centrándose fundamentalmente en los materiales y el rendimiento, generalmente utilizando esos datos como parámetro para sus propias investigaciones. Un aspecto puntual a resaltar es que Hirschmann comenta en su artículo de 1968 haber tenido contacto con los investigadores en energía solar Anthony Delyannis y su esposa Emmy Delyannis, de Grecia²⁵. Esto es relevante en tanto se considera que la industria de desalación de agua más grande del mundo que utilizó energía solar para ello se construyó en la isla de Patmos²⁶, reconociéndose también allí el hito de Las Salinas como pionero.

Este mismo espíritu transfronterizo lo proyectó al funcionamiento del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM, instituido en 1960, alimentando incansablemente la conexión de esa unidad académica con el resto del mundo; durante casi veinte años los vínculos que se establecieron implicaron intercambios docentes con instituciones de Canadá, Francia e Israel, además de organismos multilaterales, como la UNESCO y contactos en Australia, Grecia, India, URSS, entre muchos otros países²⁷.

Este ingeniero y académico participó en plenitud del quehacer de una generación de investigadores e investigadoras que contribuyeron a la configuración de una imagen, a la vez, global y planetaria, como queda fielmente retratado en el informe de Talbert, Eibling, Löf, Wong y Sieder, abordando tanto los aspectos técnicos como algunos temas sociales del uso de la energía solar para la desalación de agua²⁸. En ese trabajo, que nos sirve de ejemplo, queda de manifiesto que los responsables del manual tomaron contacto directo con Julio Hirschmann.

A esta imagen de Hirschmann sólo le falta agregar que desempeñó cargos de relevancia en el Instituto Chileno-Norteamericano de Cultura y obtuvo reconocimientos de organizaciones como el Club de Rotarios. En este ámbito cabe

²⁵ Comunicación personal con Emmy Delyannis, 4 de noviembre de 2012, Atenas.

²⁶ Delyannis, A. y Piperoglou, E., "The Patmos Solar Distillation Plant". *Solar Energy*. Vol. 12. 1968. pp. 3-115; Delyannis, A., "Solar stills provide an island's inhabitants with water". *Sun at Work*. Vol. 10. N° 1. 1965. p. 6; Delyannis, A., Delyannis, E. A., "Solar desalting". *Journal of Chemical Engineering*. Vol. 19. 1970. p. 136; Delyannis, A. y Delyannis, E. (eds.), *Proceedings of the International Symposiums on Fresh Water from the Sea. Fourth Symposium*. Heidelberg, European Federation of Chemical Engineers, 1973.

²⁷ Hirschmann, Julio, "El laboratorio de energía solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, su creación y funcionamiento". Archivo del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM (documento mimeografiado). Valparaíso. 1971. pp. 1-2.

²⁸ Talbert, S.G., Eibling, J.A., Lof, G.O.G., Wong, C. M. y Sieder, E.N., *Manual on solar distillation of saline water; Research and Development Progress Report No. 546*. U.S. Department of the Interior, Contract No. 14-01-0001-1695. 1970.

conjeturar que sus vínculos y/o intereses también hubiesen podido tocar los círculos sociales de la masonería.

En términos profesionales fue miembro del Colegio de Ingenieros de Chile, *Verein Deutscher Ingenieure*, *International Solar Energy Society*, fundador del Rotary Club Almendral de Valparaíso, fundador de la Asociación Chilena para la energía solar aplicada y presidente del Centro de Estudios del Pacífico.

Con todas sus habilidades no es de extrañar que Julio Hirschmann haya dejado una prolífica producción académica difícil de resumir.

PRODUCCIÓN ACADÉMICA

Cuando Hirschmann ingresó a la UTFSM en 1937 lo hizo como profesor de máquinas hidráulicas y termología. Muy pronto, en 1944, fue nombrado decano de la Facultad de Mecánica y, al año siguiente, Vicerrector de la Universidad, cargo que ocupó hasta el 24 de agosto de 1965, cuando recibió el título de profesor benemérito y continuó dedicándose a la docencia, la investigación y la extensión.

Su producción de publicaciones es extensa aunque claramente focalizada en dos áreas. El profesor Hirschmann desarrolló en la primera parte de su carrera, entre las décadas de 1930 y 1950, los temas bombas y termología seguramente debido al influjo de su formación en Braunschweig; esto habría quedado retratado en el artículo de 1933 *Principios fundamentales para la estandarización de turbocompresores y bombas centrífugas*, publicado en la revista técnica rusa *Химическое Машиностроение*, es decir, *Ingeniería Química*²⁹. A este trabajo se añadirá una publicación del año 1958 bajo el sello de la Editorial Universitaria titulada *Bombas*. Asimismo, también se consignan algunos textos mimeografiados, sin que se conozca su año de edición, titulados: *Termología técnica elemental*, *Bases técnicas* e *Instrucciones para Ensayos en el Laboratorio de Termología*.

Unos cuantos artículos más fueron publicados en revista *Scientia* de la UTFSM, como por ejemplo en 1939: *Sobre la realización del ciclo 'Carnot'*, las doce lecciones *Bombas*, publicadas entre 1939 y 1942, *Sobre la compensación de áreas*

²⁹ Podría tratarse de *Химическое Машиностроение*, es decir, la revista *Ingeniería Química*. Sin embargo, hasta ahora no ha sido posible encontrar pistas o un ejemplar de este artículo que, según la hoja curricular de Hirschmann habría sido publicado en octubre de 1933 con la colaboración de Adolf Scholl.

en la construcción de cajas espirales de bombas centrífugas, aparecido en 1944 o *El diagrama de entropía y su aplicación a la turbina de gas*, de 1947.

Esta primera fase le abrirá paso a una búsqueda más específica que se desarrollará durante el resto de la vida académica de don Julio, como le llamaban habitualmente sus colaboradores, y que concentrará sus esfuerzos en torno a la energía solar y sus aplicaciones.

El primer paso en esa dirección lo dará con su *artículo Consideraciones sobre el consumo de energía de nuestro país* publicado en 1949 en el tomo XVI de la revista *Scientia* de la UTFSM, número 75.

Su exploración también incorporó otras fuentes energéticas que no eran la solar y en 1954 publicó *Sobre las posibilidades de aprovechar la energía geotérmica en Chile* y, en 1956, *Clasificación de reactores nucleares de fisión*.

Los amplios márgenes de esta exploración resultaban completamente aceptables en una época en la que la energía nuclear era presentada como una energía limpia y en el que además existía un gran esfuerzo internacional para su propagación.³⁰

Sin embargo, el foco principal y más robusto se sitúa a partir de mediados de la década de 1950 y hasta la mitad de la década de 1970, cuando Hirschmann aportó investigaciones en energía solar en castellano, inglés, francés y alemán. En esta trayectoria es que la experiencia de la planta de energía solar de Las Salinas para la desalación de agua cobró una relevancia especial.

LA ENERGÍA SOLAR EN LA CARRERA DE HIRSCHMANN

Según el propio Hirschmann el rector de su Universidad, Francisco Cereceda, hacia 1951 le sugirió ocuparse del problema del abastecimiento de energía en Chile. Su opción fue concentrarse en la zona norte de Chile y luego de analizar alternativas optó por las fuentes eólica y solar. Su testimonio dice que en 1954 pudo leer:

“(…) en la revista ‘Engineering’ un artículo de Harold Heywood con información muy completa sobre las posibilidades de utilizar la energía solar para fines domésticos e industriales.

³⁰ Hurtado de Mendoza, Diego, “De “átomos para la paz” a los reactores de potencia: Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)”. *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*. Vol. 2. N° 4. 2005. pp. 41-66.

Este artículo fue traducido al castellano y luego publicado en la edición de diciembre de 1954 de la revista 'Scientia' de nuestra Universidad y –a mi entender– ha sido la primera divulgación sobre esta materia dentro de nuestro país³¹.

El autor de aquel artículo, Harold Heywood (1905-1971), fue un físico e ingeniero nacido en Manchester que llegó a ser profesor en el *Imperial College de Londres* y que luego de su retiro continuó sus investigaciones en la Universidad Tecnológica de Loughborough. En el ámbito de la energía solar fue consultor para los gobiernos de Egipto y Malta³².

En su amplia producción se cuentan tres artículos publicados en *Solar Energy*³³ y su libro de 1957 *Report on the utilization of solar energy*³⁴. Sin embargo, hasta donde es posible inferir, el único trabajo que Julio Hirschmann consideró o llegó a conocer fue el artículo publicado en *Engineering*³⁵.

Por otra parte, y en paralelo, se ha constatado que en 1951 Maria Telkes ya contaba con los antecedentes del texto de Josiah Harding. En abril de aquel año ella presentó el artículo *Fresh Water from Sea Water by Solar Distillation*, el que fue publicado por la revista *Industrial & Engineering Chemistry* en 1953, cuando ella aún trabajaba en el MIT. En su publicación se comenta que el texto fue presentado previamente en la centésima decimonovena reunión de la *Division of Agriculture and Food Chemistry*, de la *American Chemical Society*, en Boston, Massachussets. Es posible que en los círculos afines a la química el tema resultara suficientemente lejano como para no llegar a despertar interés y, por lo tanto, parece ser que la etapa de difusión del ingenio de Charles Wilson comenzó más bien en el simposio de Energía Solar Aplicada de Phoenix,

³¹ Hirschmann, Julio, "El laboratorio de energía solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, su creación y funcionamiento". Archivo del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM (documento mimeografiado). Valparaíso. 1971. pp. 1-2.

³² Alton, Jeannine y Weiskittel, Harriot, *Report on the papers of Professor Harold Heywood (1905-1971)*. CSAC 46/10/7. London. Contemporary Scientific Archives Centre. 1976.

³³ Heywood, Harold, "The computation of solar radiation intensities Part 2—Solar radiation on inclined surfaces". *Solar Energy*. Vol. 10. N° 1. 1966. pp. 46-52; Heywood, Harold, "The computation of solar radiation intensities Part 1—Standard date periods with declination limits". *Solar Energy*. Vol. 9. N° 4. 1965. pp. 223-225; Heywood, Harold, "3 Solar water heating in Great Britain". *Solar Energy*. Vol. 3. N° 3. 1959. pp. 29-30.

³⁴ Heywood, Harold, *Report on the utilization of solar energy*. Londres, Valleta, 1957.

³⁵ La relevancia de la ingeniería británica en el campo de la energía solar queda de manifiesto en la discusión acerca de las ventajas y desventajas de su utilización en técnicas de desalación a fines del siglo XIX y que, como se puede apreciar, continuó hasta mediados del siglo XX con sus propias intermitencias: Arellano, Nelson y Roca-Rosell, Antoni, "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*, 2013.

Arizona, realizado entre el 1° y el 5 de noviembre de 1955; allí Telkes expuso la existencia de la planta de Las Salinas como antecedente de sus investigaciones.

Aunque no esté totalmente esclarecido si fue a través de este o de otros encuentros internacionales, es en estas instancias que María Telkes habría generado los contactos que luego mantuvo con investigadores chilenos. Se incluye aquí un grupo de investigación de la Universidad Federico Santa María de Valparaíso, encabezado por Julio Hirschmann y otro de académicos de la ciudad de Antofagasta. En apariencia, este contacto le permitió al profesor Hirschmann entregar la información conocida acerca de la planta de destilación en una conferencia convocada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en 1958 y, luego, profundizar una investigación técnica a la que añadió una valiosa arista social e histórica³⁶.

Ese mismo año revista *Scientia* de la UTFSM publicó en su tomo XXV, números de 106 al 108, tres artículos referidos a un viaje a Europa: *Observaciones de una visita a Londres, Visita a cuatro universidades alemanas y Visita al Rensselaer Polytechnic Institute*.

Por otro lado la vinculación con los investigadores de la Universidad de Wisconsin se intensificó y luego de la visita de Farrington Daniels³⁷, Hirschmann junto a John Duffie fotografiaron el sitio donde se cree estuvo emplazada la planta y la compararon con la fotografía de la planta de oficina Domeyko y atribuida erróneamente a Las Salinas. En 1975 Hirschmann nuevamente publica la fotografía de Oficina Domeyko y una supuestamente de Charles Wilson. En esos artículos se hace explícito que estos registros gráficos y la información fueron una contribución de María Telkes.

³⁶ Hirschmann, Julio, "Evaporadores y destiladores solares en Chile." Conferencia de las Naciones Unidas sobre Nuevas Fuentes de la Energía. Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso. 1958.

³⁷ Hirschmann, Julio, "Memorandum sobre la visita del Profesor Dr. Farrington Daniels a nuestra universidad y viaje con él a Antofagasta", Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado). Esta información fue publicada en: Hirschmann, Julio, "Evaporadores y destiladores solares en Chile.", *Scientia*, XXVIII, 27-45. 1961.

Imagen 2.

Maria Telkes. Julio Hirschmann y otros participantes de la Conferencia de Roma en 1961



Fuente: Archivo Laboratorio de Energía Solar Aplicada UTFSM. Valparaíso.

Por su parte, luego de su fundación en 1961, el laboratorio de Energía Solar colaboraba con sus evaluaciones solarimétricas y de radiación con la oficina meteorológica de Chile, con la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA) y con las redes mundiales de registro, cuyo archivo central se encontraba a cargo del servicio hidro-meteorológico de la Unión Soviética, en Leningrado.

A lo anterior debemos agregar que en 1963 se funda la Asociación Chilena de Energía Solar Aplicada (ACHESA), que fuera presidida por Julio Hirschmann, siendo secretario Carlos Espinosa. Se abrazaba la idea de realizar el Congreso Mundial de Energía Solar en Chile para 1972, utilizando como hito el centenario de la construcción de la desaladora de Charles Wilson en el desierto de Atacama³⁸.

Finalmente el congreso no se realizó en Chile pero, a mediados de 1972, la asociación organizó una ceremonia de conmemoración en Las Salinas y se efectuaron experimentos que realizaron réplicas del destilador de Wilson, así como modificaciones de éste en la búsqueda de mejoras de rendimiento técnico y/o

³⁸ Audio en cinta magnetofónica de reunión del Laboratorio de Energía Solar, probablemente en 1970. Archivo personal de Roberto Sota.

económico. Todo ello, sumado a la implementación de la estación experimental de destilación solar de Quillahua, en el desierto de Atacama³⁹.

Este tiempo veía coronar largos esfuerzos y a inicios de 1973 el CIESA recibió la visita del científico francés Félix Trombe quien promovió un programa de investigación que por dos años (1978-1979) habría contado con el apoyo conjunto de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO) y el Centro Battelle de Ginebra, Suiza. El mismo año 1973 la Universidad Católica del Norte crea el Magister en Ciencias con mención en Energía Solar, que no llegó a implementarse a cabalidad pues su primer día de clases era el día martes 11 de septiembre; después del golpe de Estado y la intervención de las universidades por las fuerzas armadas los grupos de investigación tendieron a la disgregación y un lento proceso de desintegración⁴⁰.

Imagen 3.

Visitas en el Laboratorio de Energía Solar UTFSM, Chile



Fuente: Archivo Laboratorio de Energía Solar Aplicada UTFSM. Valparaíso.

³⁹ Hirschmann, Julio, "Evaporación solar y su aplicación práctica en Chile." *Scientia*. N° 136. 1968. pp. 10-27.

⁴⁰ Comunicación personal con Carlos Espinosa Arancibia que corroboró esta información. Este proceso de afectación al ámbito científico tecnológico es apreciable en otras áreas de investigación de frontera o experimentales. Por ejemplo: Medina, Eden, "Designing freedom, regulating a nation: Socialist Cybernetics in Allende's Chile". *Journal of Latin American Studies*. Vol. 38. Issue 3. 2006. pp. 571-606; Medina, Eden, *Revolucionarios Cibernéticos*, Santiago, LOM, 2013.

Otra arista del laboratorio fue la promoción de la interacción del quehacer académico con empresas públicas y privadas para la comercialización de algunos aparatos solares diseñados para el uso doméstico como ocurrió con la empresa Somela que adaptó diseños para la producción y comercialización de paneles solares con sus respectivos estanques de almacenamiento de agua caliente. En esta misma senda de colaboración se puede inscribir la colaboración con la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA) que además de aportar información solarimétrica incorporó a su planificación la idea de utilizar energía solar para calentar agua con usos domiciliarios calculando un ahorro nacional neto de dos millones de dólares anuales⁴¹.

Asimismo, la atención que le brindaba a la descripción de detalles le llevó a compilar una variedad de datos relativos a la desaladora de Las Salinas que sin tener relevancia técnica son un aporte muy destacado a la reconstrucción de la memoria del ingenio. La curiosidad le movilizó para encontrar las fuentes originales de los datos y le puso en disposición de recibir y difundir informaciones que han permitido profundizar en la semblanza del inventor Charles Wilson y ejerciendo la curadoría de la memoria de la existencia de la industria desaladora solar del siglo XIX.

A inicios de la década de 1970 Julio Hirschmann comentaba sus intenciones de promover el congreso mundial de energía solar en Chile en 1972, relevando el centenario de la construcción de la planta de Las Salinas. Esto no llegaría a suceder, pero sí se llegó a realizar una ceremonia de conmemoración. El homenaje fue realizado en el mismo lugar donde se presume estuvo emplazada la planta de destilación; se contó con la presencia de académicos de varias universidades de Sudamérica, Julio Hirschmann leyó un discurso escrito por él, se inauguró una placa recordatoria y se dejó en exhibición una réplica del artefacto. Por cierto, para brindarle un mínimo resguardo a la pequeña zona se instaló un cerco con postes y malla de alambre a su alrededor, pero antes de dos meses todo lo que se había implementado desapareció presa del saqueo y del homenaje sólo nos ha quedado la copia del discurso de Julio Hirschmann y unas fotografías atesoradas en los archivos del profesor Carlos Espinosa⁴².

En sus últimos diez años de vida académica el profesor Hirschmann continuó divulgando el quehacer y la relevancia de la investigación en torno a la energía solar, incorporando nuevos elementos a su complejo análisis. Abrió nuevas

⁴¹ ENDESA, "Minuta Utilización de la Energía Solar para calentar agua para usos domiciliarios". Oficina de Planificación. N° 3/73. 9 de enero 1973.

⁴² Comunicación personal con Carlos Espinosa, 4 de enero 2012, Antofagasta.

aristas incorporando el plano matemático del fenómeno termodinámico⁴³ y la vinculación del aprovechamiento energético con los desafíos de la contaminación del medio ambiente y el abastecimiento de alimentos⁴⁴.

Imagen 4.

Julio Hirschmann en la conferencia de zonas áridas, 1963, Buenos Aires, Argentina



Fuente: Archivo Laboratorio de Energía Solar Aplicada UTFSM. Valparaíso.

Para mediados de la década de 1970 el desarrollo del conocimiento que había alcanzado este profesor le permitió presentar el cálculo de costos necesarios para estudiar la radiación solar en Chile durante 50 años, justificando este período de tiempo porque incluía dos períodos del ciclo solar, de 22 años cada uno⁴⁵.

Esta misma perspectiva amplia del conocimiento le llevaba a comenzar sus

⁴³ Hirschmann, Julio, "The cosine function as a mathematical expression for the processes of solar energy". *Solar Energy*. Vol. 16. N° 2. 1974. pp. 117-124.

⁴⁴ Hirschmann, Julio, "Radiación solar: Energía sin contaminación ambiental". *Interciencia*. Vol. 1. N° 2. 1976. pp. 79-84.

⁴⁵ Hirschmann, Julio, "Utilización tecnológica de la Energía Solar en Cultivos intensivos y en Desalinación del agua necesaria en el Norte Grande". Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado, 6 páginas). Valparaíso. 1974.

clases de energía solar en la UTFSM con una imagen de la estela de Akhenaton y Nefertiti (exhibida en el museo egipcio de Berlín, Alemania). Introducía de esta manera el elemento místico, historiográfico, culturalista y transgeneracional que le daba soporte al planteamiento técnico del procedimiento de explotación de la energía solar.

Julio Gerardo Hirschmann Recht falleció en Valparaíso en 1981 y hasta ahora no se ha elaborado una biografía en la que se haya realizado el necesario y merecido ejercicio de rescate y valorización de su memoria.

EPÍLOGO: SUSTENTABILIDAD E INGENIERÍA

El estudio historiográfico de la ingeniería en Chile tiene una vasta área de maniobra. Las aproximaciones de Claudio Gutiérrez⁴⁶ y Jaime Parada⁴⁷ dejan claras evidencias de la relevancia que este campo tiene para la constitución de una historia de la tecnología local y, como lo ha planteado Eden Medina, para el análisis de la circulación de las ideas y la transnacionalización del conocimiento. Esto es todavía más cierto cuanto más específico es el tópico que se trate, pues así sucede con el caso de Justicia Espada Acuña Mena, la primera mujer que obtuvo el título de ingeniero en Chile, en 1919⁴⁸. En el caso de ella, la variable de género ha tenido un peso gravitante tal como parece ocurrir con Maria Telkes, para la energía solar⁴⁹.

La vinculación de la biografía de los actores con la evolución de los artefactos permite explorar las trazas de mentalidades que operan a la hora de los procesos de invención y selección técnica. La vinculación de Continuidad e Innovación, de la que nos habla Basalla debe incluir una mirada a las trayectorias de los sujetos participantes por cuanto su acción y ejercicio raras veces responde a un destello genial que irrumpe de manera revolucionaria, como nos hace creer el relato modernizador que intenta realzar las supuestas capacidades re-

⁴⁶ Gutiérrez Gallardo, Claudio y Gutiérrez Albornoz, Flavio, "Física: Su Trayectoria en Chile (1800-1960)". *Historia*. N° 39. Vol. 2. 2006. pp. 477-496.

⁴⁷ Parada, Jaime, "La Profesión de Ingeniero y los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. 1840-1927". Sagredo, Rafael (ed.). *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. Ingeniería y sociedad 1889-1929*. Santiago. Centro de Investigaciones Diego Barros Arana de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. 2011. Otra contribución a considerar es Couyoumdjian, Ricardo, "Dos ingenieros escoceses en Chile en el siglo XIX y comienzos del XX". *Boletín de la Academia Chilena de la Historia*. N°112. 2003. pp. 45-66.

⁴⁸ Sánchez Manríquez, Karin, "El ingreso de la mujer chilena a la universidad y los cambios en la costumbre por medio de la ley 1872-1877". *Historia*. N° 39. Vol. 2. 2006. pp. 497-529.

⁴⁹ En comunicación personal con el Dr. Anthony Stranges, de la Texas A&M University, el 30 de julio de 2012, se corroboró la inexistencia de una biografía de Maria Telkes.

fundacionales de las hegemonías más recientes. La evolución de la tecnología dista mucho de esta idea que se ha instalado en el imaginario colectivo.

En esto hay pleno acuerdo con la apreciación de Eden Medina acerca del problema de dar cuenta del desempeño de los tecnólogos en una historiografía dicotómica que sólo admite flujos “desde arriba” o “desde abajo”⁵⁰ en circunstancias que la posición articuladora de la ingeniería expresa la conjunción de valores sociales que físicamente se materializan en objetos y sistemas que, la mayor parte del tiempo, se encuentran en coexistencia, covariación y coevolución con artefactos de características similares pero con variaciones que les dotan de una cierta singularidad.

Este podría ser el problema sociotécnico con el que se encontró Hirschmann a mediados de la década de 1970. En 1973 fue publicado el informe de Talbert en el que se comunicaron las estimaciones de rendimiento financiero de las industrias de desalación solar en todo el mundo. La apreciación fue contundente para describir este sistema técnico como demasiado caro para la gran escala, aunque reconocía la conveniencia de su uso en áreas apartadas donde el costo de las fuentes de energía de los hidrocarburos tampoco era competitiva.

El informe Talbert de 1970 puede que sea un indicio más de la pérdida de soporte internacional para la investigación de las aplicaciones de la energía solar. Otras señales se encuentran en el cambio de foco de interés de muchos y muchas investigadores/as que dejando la energía solar se adentraron en la energía nuclear.

En Chile ocurrieron hechos similares considerando que los largos procesos de concatenación del ámbito académico con los ambientes políticos y productivos sencillamente no prosperaron en la década de 1980 a pesar del impulso que connotadas figuras prestaron el apoyo y colaboración que les era factible.

Considerando todo ello, en la figura de Julio Hirschmann se encarnan las condiciones de un contexto que insistió con la difusión de las aplicaciones de la energía solar⁵¹, pero que con el paso del tiempo dejó en el silencio y el olvido su esfuerzo, dedicación y persistencia; sin embargo, ello no ha impedido la subsistencia de las huellas de sus aportes a una comunidad científico-tecnológica muy amplia, cosmopolita y al mismo tiempo selecta e iniciática que, en la

⁵⁰ Medina, *Revolucionarios Cibernéticos*, p. 11.

⁵¹ Comunicación personal, Emmy Delyannis, 4 de noviembre de 2012, Atenas, Grecia.

primera parte del siglo XX, cumplió con la labor de curaduría del conocimiento acumulado durante el siglo XIX.

El impulso que podría haber movilizado a este ingeniero tal vez podría reflejarse en las palabras de cierre de su *Discurso con ocasión de celebrarse el Centenario de la planta de destilación solar de Carlos Wilson en Las Salinas el día 26 de agosto de 1972*: “Conmovidos rendimos homenaje póstumo a la memoria de Carlos Wilson Scott, genial precursor de la utilización de la energía solar para bien de la humanidad (...)”

FUENTES

Alton, Jeannine y Weiskittel, Harriot, *Report on the papers of Professor Harold Heywood (1905-1971)*. CSAC 46/10/7. London. Contemporary Scientific Archives Centre. 1976.

Cinta magnetofónica de reunión del Laboratorio de Energía Solar (Varios participantes), probablemente en 1970. Archivo personal de Roberto Sota.

Frick, German y Hirschmann, Julio, “Theory and Experience with Solar Stills in Chile” *Solar Energy*. Vol. 14. 1973.

“Curriculum Vitae de Julio Hirschmann Recht”. Archivo del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM. Valparaíso.

ENDESA, “Minuta Utilización de la Energía Solar para calentar agua para usos domiciliarios”. Oficina de Planificación. N° 3/73. 9 de enero 1973.

Entrevista a Emmy Delyannis, 4 de noviembre de 2012, Atenas.

Entrevista a Roberto Sota, 14 de agosto y 6 de septiembre de 2012, Valparaíso.

Entrevista a Carlos Espinosa Arancibia, miércoles 4 de enero de 2012, Antofagasta.

Entrevista a Dr. Anthony Stranges, de la Texas A&M University, el 30 de julio de 2012.

Hirschmann, Julio, “Evaporadores y destiladores solares en Chile.” Conferencia de las Naciones Unidas sobre Nuevas Fuentes de la Energía. Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso. Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado). 1958.

Hirschmann, Julio, “Memorandum sobre la visita del Profesor Dr. Farrington Daniels a nuestra universidad y viaje con él a Antofagasta”, Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado).

Hirschmann, Julio, “Informe sobre la participación de la delegación chilena en la Conferencia Internacional de Energía Solar en Melbourne”, del 2 al 6 de marzo de 1970. Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado, 4 páginas). Valparaíso.

- Hirschmann, Julio, "El laboratorio de energía solar de la Universidad Técnica Federico Santa María, su creación y funcionamiento". Archivo del Laboratorio de Energía Solar de la UTFSM (documento mimeografiado). Valparaíso. 1971.
- Hirschmann, Julio, "Informe sobre mi participación en los congresos sobre energía solar en México y París". Junio - julio 1973. Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado, 12 páginas). Valparaíso.
- Hirschmann, Julio, "Utilización tecnológica de la Energía Solar en Cultivos intensivos y en Desalinación del agua necesaria en el Norte Grande". Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado, 6 páginas). Valparaíso. 1974.
- Hirschmann, Julio, *Mathematical approximate equations for solar radiation incidental to a determined site*. Comunicación presentada en el Congreso de UNESCO sobre mediciones de radiación solar en Ginebra. 1976. Archivo Laboratorio Energía Solar UTFSM (documento mimeografiado, 11 páginas incluidos anexos). Valparaíso.
- Talbert, S.G., Eibling, J.A., Lof, G.O.G., Wong, C. M. y Sieder, E.N., *Manual on solar distillation of saline water; Research and Development Progress Report No. 546*. U.S. Department of the Interior, Contract No. 14-01-0001-1695. 1970.

BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, Nelson y Roca-Rosell, Antoni, "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*, 2013.
- Arellano, Nelson, "Salitre, Desierto y Energía: Investigación y desarrollo en la historia del uso industrial de la Energía Solar en el Cantón Central de Antofagasta (1872- 1908?)". González Miranda, Sergio. *La sociedad del salitre: protagonistas, migraciones, cultura urbana y espacios públicos (1870 -1940)*. Santiago. RIL editores. 2013.
- Arellano, Nelson, "La planta solar de desalación de agua de las salinas (1872). Literatura y memoria de una experiencia pionera". *Quaderns d'història de l'enginyeria*. Vol. XII. 2011.
- Arellano, Nelson, "Communication: "Four biographies in the history of industrial solar desalination. A century of pioneers (XIX-XX)": 5th Conference of the European Society of History of Science. Atenas. 1 al 3 de noviembre 2012.
- Basalla, George, *La Evolución de la Tecnología*. Barcelona, Editorial Crítica, 2011.
- Couyoumdjian, Ricardo, "Dos ingenieros escoceses en Chile en el siglo XIX y comienzos del XX". *Boletín de la Academia Chilena de la Historia*. N°112. 2003.
- Delyannis, A. y Piperoglou, E., "The Patmos Solar Distillation Plant". *Solar Energy*. Vol. 12. 1968.

- Delyannis, A., "Solar stills provide an island's inhabitants with water." *Sun at Work*. Vol. 10. N° 1. 1965.
- Delyannis, A., Delyannis, E.A., "Solar desalting." *Journal of Chemical Engineering*. Vol. 19. 1970.
- Delyannis, A. y Delyannis, E. (eds.), *Proceedings of the International Symposiums on Fresh Water from the Sea. Fourth Symposium*. Heidelberg, European Federation of Chemical Engineers, 1973.
- Gutiérrez Gallardo, Claudio y Gutiérrez Albornoz, Flavio, "Física: Su Trayectoria en Chile (1800-1960)". *Historia*. N° 39. Vol. 2. 2006.
- Heywood, Harold, *Report on the utilization of solar energy*. Londres, Valleta, 1957.
- Heywood, Harold, "3 Solar water heating in Great Britain." *Solar Energy*. Vol. 3. N° 3. 1959.
- Heywood, Harold, "The computation of solar radiation intensities Part I—Standard date periods with declination limits." *Solar Energy*. Vol. 9. N° 4. 1965.
- Heywood, Harold, "The computation of solar radiation intensities Part 2—Solar radiation on inclined surfaces." *Solar Energy*. Vol. 10. N° 1. 1966.
- Hirschmann, Julio, "Evaporadores y destiladores solares en Chile." *Scientia*, XXVIII, 27-45. 1961.
- Hirschmann, Julio, "Evaporación solar y su aplicación práctica en Chile." *Scientia*. N° 136. 1968.
- Hirschmann, Julio, "The cosine function as a mathematical expression for the processes of solar energy." *Solar Energy*. Vol. 16. N° 2. 1974.
- Hirschmann, Julio, "Radiación solar: Energía sin contaminación ambiental." *Interciencia*. Vol. 1. N° 2. 1976.
- Hughes, Thomas, *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*. Maryland, The John Hopkins University Press, 1993.
- Hughes, Thomas, "The Evolution of Large technological Systems." Bijker, Wiebe. Hughes, Thomas y Pinch, Trevor (eds.). *The Social Construction of Technological Systems*. Massachusetts. MIT. 2012
- Hurtado de Mendoza, Diego, "De "átomos para la paz" a los reactores de potencia: Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)". *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*. Vol. 2. N° 4. 2005.
- Karlip, Joshua M., *The Tragedy of a Generation: The rise and fall of Jewish nationalism in Eastern Europe*. USA, Harvard University Press, 2013.
- Kubler, George, "Algunos tipos de duración." *La Configuración del tiempo: Observaciones sobre la historia de las cosas*. Madrid. Nerea. 1988.

- Laird, Frank N., "Constructing the Future Advocating Energy Technologies in the Cold War". *Technology and Culture*. Vol. 44. N°1. 2003.
- Matus, Mario, "El gran reto. La recepción de 13.000 refugiados judíos entre 1936 y 1940 por organizaciones judías de acogida". Comunicación presentada en: *Imaginario, [Trans]fronteras y realidades múltiples. XX Jornadas de Historia de Chile*. Iquique. 12 – 14 de agosto 2013.
- Medina, Eden, "Designing freedom, regulating a nation: Socialist Cybernetics in Allende's Chile". *Journal of Latin American Studies*. Vol. 38. Issue 3. 2006.
- Parada, Jaime, "La Profesión de Ingeniero y los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. 1840-1927". Sagredo, Rafael (ed.). *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. Ingeniería y sociedad 1889-1929*. Santiago. Centro de Investigaciones Diego Barros Arana de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. 2011.
- Sánchez Manríquez, Karin, "El ingreso de la mujer chilena a la universidad y los cambios en la costumbre por medio de la ley 1872-1877". *Historia*. N° 39. Vol. 2. 2006.
- Stern, Steve, "De la memoria suelta a la memoria emblemática: Hacia el recordar y el olvidar como proceso histórico (Chile, 1973-1998)". Garcés, Mario *et al.* (eds.). *Memorias para un nuevo siglo Chile, miradas a la segunda mitad del siglo veinte*. Santiago, LOM. 2000.
- Strum, Harvey, "Eisenhower's Solar Energy Policy". *The Public Historian*. Vol. 6. N° 2. 1984.
- Telkes, Maria, "Fresh Water from Sea Water by Solar Distillation". *Industrial y Engineering Chemistry*. Vol. 45. N° 5. 1953.
- Telkes, Maria, "Solar Stills Proceedings of the World". *Symposium on Applied Solar Energy*. Menlo Park. California. 1956.
- Telkes, Maria, *Research on methods for solar distillation*. Res. y Dev. Progr. Rept. No. 13, for Office of Saline Water, Dec. 1956.
- Unruh, Gregory, "Understanding Lock-in Carbon". *Energy Policy*. Vol. 28. 2000.
- Weitz, Eric D., *Weimar Germany: Promise and Tragedy*. New Jersey, Princeton University Press, 2007.

[Recibido el 7 de Octubre de 2013 y Aceptado el 1 de marzo de 2014]