

BÚSQUEDAS PARALELAS DEL PODER SOLAR EN LA DÉCADA DE 1970: MIT, UNIVERSIDAD DE BARCELONA, CORFO Y BATELLE INSTITUTE¹

Nelson Arellano-Escudero
narellano.5@gmail.com

1.- Presentación.

Eventos de investigación y desarrollo de distinto alcance se desarrollaron en Boston, Barcelona y Santiago de Chile en la década de 1970; ello en torno a los problemas de la energía y con consideraciones a la eventual participación de la energía solar para contribuir a la solución. En cierta medida podemos establecer que todas las experiencias, en su mérito, fracasaron en darle un lugar en las hegemonías a las tecnologías de la energía solar, pero su estudio favorece un análisis crítico de la naturalización de las conclusiones habituales respecto a las limitaciones que tendría la energía solar para satisfacer las aspiraciones civilizatorias de la era de la gran aceleración².

Parece atribuible a la crisis financiera del petróleo de 1973 la revitalización de la investigación y desarrollo en tecnologías de la energía solar que se dio hacia 1978. Sin embargo, no se deben olvidar los esfuerzos realizados en el siglo XIX y luego en el lapso de 1950 a 1970, esfuerzos que parecen haber quedado en la intermitencia técnica y haber aislado su producción de conocimiento o al menos el reconocimiento de los logros previos.

Al mismo tiempo, la historiografía de la tecnología dedicó una cierta atención al problema de la energía como parte de sus materias de interés, tal como

1 Proyecto Fondecyt Postdoctoral 3160197 de Historia de las tecnologías de la energía solar en la industria del Salitre (1907-1981) y proyecto HAR2016-75871-R sobre Matemáticas e Ingeniería: nuevas perspectivas críticas (Siglos XVI-XX), del Ministerio de Economía y Competitividad de España. Una versión preliminar y resumida fue presentada en el XII Col·loqui d'Història de la Tècnica, ETSEIB, Barcelona, 11 de diciembre 2017.

2 HIBBARD, K. A.; CRUTZEN, P. J.; LAMBIN, E. F.; LIVERMAN, D.; MANTUA, N. J.; MCNEILL, J. R.; MESSERLI, B.; STEFFEN, W. (2006) "Decadal interactions of humans and the environment". In: COSTANZA, R.; GRAUMLICH, L.; STEFFEN, W. (ed.) *Integrated history and future of people on Earth, Dahlem Workshop Report 96*, Boston, MA, MIT Press, 341-375.

se expresó en el Edison Centennial Symposium realizado en San Francisco, California en 1979 y que contó con la presencia de Thomas P. Hughes y George Basalla. Es justamente este último quien nos convoca a discutir acerca de los mitos persistentes en el binomio Energía y Civilización, cuya relevancia contingente queda de manifiesto en la reciente aparición del libro de Vaclav Smil bajo este mismo título: *Energy and Civilization*³.

La década de 1970 es, además, un momento en el que el planteamiento de la transición energética alentó el debate acerca de la dependencia de los hidrocarburos y pone en la escena a las tecnologías que podían representar una alternativa viable en plazos razonables dentro de cierta urgencia⁴. Para efectos de este artículo, cabe destacar que Carrol Wilson, del Massachusetts Institute of Technology (MIT), fue consultado por la llamada *Trilateral Commission*⁵, lo que hace más inquietante la casi absoluta ausencia de la energía solar en las conclusiones y recomendaciones de este organismo intercontinental. Como se verá, Wilson tuvo un papel relevante en la construcción del imaginario de la prospectiva de las llamadas energías alternativas, tal vez retrasando un posible mayor impulso en el mundo occidental.

La reunión de los antecedentes de aquel tiempo, en condición de memorias sueltas, ofrece una excelente oportunidad para reflexionar en torno a los problemas de la evolución de la tecnología, las transiciones energéticas, la duración intermitente de los objetos y la interpretación de las culturas, todo en torno a la necesaria lectura de la historia eco-ecológica según las coorde-

3 BASALLA, G. (1979) "Energy and civilization", *EPRI J. (United States)*, 4(6), 20-25; este artículo fue la base de una segunda versión: BASALLA, G. (1982) "Some persistent energy myths", *Energy and transport: Historical perspectives on policy issues*, 27-38; SMIL, V. (2017) *Energy and Civilization: A History*. MIT Press; El mismo título o variantes ha sido utilizado por: GOUDSBLOM, J. (2012) "Energy and civilization", *International Review of Sociology*, 22(3), 405-411; RAY, D. L. (1983) "Energy and civilization", *Nuclear and Chemical Waste Management*, 4(1), 3-7; ISSAWI, C. (1991) "Technology, energy, and civilization: Some historical observations", *International Journal of Middle East Studies*, 23(3), 281-289.

4 SAWHILL, J. C.; ŌSHIMA, K.; MAULL, H. (1978) *Energy: Managing the Transition: Report of the Trilateral Energy Task Force to the Trilateral Commission*, Washington D.C., Triangle Papers; LEACH, G. (1992) "The energy transition", *Energy policy*, 20(2), 116-123. No obstante, una discusión anterior se dio en Estados Unidos de América en la década de 1950, tal como se señala en: STRUM, Harvey (1984) "Eisenhower's Solar Energy Policy", *The Public Historian*, vol. 6, 2, 37-50.

5 La Trilateral Commission fue formada en 1973 por ciudadanos de Europa Occidental, Japón y Norte América para estrechar la cooperación de estas tres regiones en problemas comunes. SAWHILL; ŌSHIMA; MAULL (1978). No debe dejar de ser observado el hecho que la International Solar Energy Society (ISES) quedara fuera de la lista de consultados para la producción de este informe.

nadas que Julia A. Thomas ha puesto para analizar la crisis ambiental que ha provocado la humanidad y que es la expresión palpable del fenómeno de la Sostenibilidad⁶.

Los archivos del MIT, de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO) se suman a los testimonios de algunos de los protagonistas. Las fuentes dan cuenta de la circulación de conocimiento técnico, científico y de gestión que se produjo a través de investigadores e ingenieros del mundo occidental; también se accede a través de ello a las distintas escalas de intensidad en las labores para constituir las redes de colaboración que impulsaron el incremento del uso de la energía solar aplicada, tanto para artefactos termosolares como para la entonces novedosa experimentación fotovoltaica.

Se presentarán los casos de Boston, Barcelona y Santiago de Chile en apartados separados, contemplando su paralelismo temporal, intentando transmitir la atmósfera de unas memorias en las que no nace espontáneamente la conexión con sus contextos agitados, cuando el ingeniero James Earl Carter presidía los Estados Unidos de América, el dictador Francisco Franco había muerto y la dictadura de Augusto Pinochet se encontraba en sus primeros y más brutales años de ejercicio del poder.

2.- MIT y su Workshop on Alternate Energy Strategies (WAES) (1972-1981).

Entre 1974 y 1977 Carroll Louis Wilson, Mitsui Professor of problems of contemporary technology en el MIT, organizó el WAES. Colaboraron en un estudio de tres años 75 personas de 15 países⁷ quienes revisaron prospectos globales de energía con horizonte de tiempo al año 2000. El informe final apuntó a romper la dependencia con el petróleo identificando dos grandes fuentes de energía como sus sustitutos: carbón y energía nuclear.

6 THOMAS, J. A. (2017) "Historia económica en el Antropoceno: cuatro modelos", *Desacatos. Revista de Ciencias Sociales*, (54), 28-39.

7 Los países mencionados son: Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irán, Italia, Japón, México, Países bajos, Noruega, Suecia, Reino Unido, Estados Unidos y Venezuela. Cabe mencionar que WAES focalizaba su atención en la situación de la energía en los denominados países no comunistas.

En el MIT, su Instituto de archivos y colecciones especiales almacena registros de esta experiencia que incluyen correspondencia, memoranda, reportes, datos de cálculo acerca de fuentes de energía, información acerca de reuniones y registros acerca de las publicaciones del WAES⁸.

Wilson concluía en 1977 que:

“De acuerdo a las mejores estimaciones, la producción mundial de petróleo llegará a su peak y comenzará a declinar en los próximos 25 años. La transición desde el petróleo a otras formas de energía viene más rápidamente de lo que mayoría de la gente logra darse cuenta”⁹.

No obstante que el voluminoso trabajo acumulado concluyera por priorizar el carbón y la energía nuclear, el WAES dejó testimonio, entre las 42 cajas de expedientes, de una destinada a la investigación en energía solar. En aquella documentación se contienen apreciaciones como la de investigador Wolf Häfele que en 1977 expresó que la implicancia de la energía solar a gran escala aún debía ser analizada dado que requería una perspectiva global¹⁰.

Es difícil establecer la eventual distancia de esta apreciación con respecto a los cálculos presentados por Paul Craig a Carroll Wilson y que éste difundiera a través de un memorándum a todos los asociados al WAES¹¹. Allí se cuantifica la proyección de la contribución de la energía solar a la matriz energética de Estados Unidos de América en un 5% del total para el año 2000 y un 20% en el año 2020. A esto se debe añadir que Craig, en su reporte, enviado un mes antes a Wilson, señaló que de la radiación solar directa era aprovechable un 20% y que un sistema eléctrico de conversión solar podría llegar a tener mejores resultados que eso¹².

8 *Guide to the Records of the Workshop on Alternate Energy Strategies, 1972-1981* MC.0180.

9 WILSON, Carrol (1977) *Energy Supply-Demand Integrations to the Year 2000: Global and National Studies*, Cambridge, MIT Press, vii.

10 HÄFELE, Wolf (1977) "Future Energy Scenarios", July 12, Summary of presentation in Epilogue of the World Energy Conference 19-23 september 1977, Istanbul, Turkey, Box 3, MC 180, MIT Archives. HÄFELE, W. (1990) "Energy from nuclear power", *Scientific American*, 263, 3, 136-145. Aquí se expresa claramente la divergencia de Häfele a las conclusiones de Carroll Wilson.

11 WILSON, Carroll (1976) "Solar Module", August 13, Box 42, MC 180, MIT Archives.

12 CRAIG, Paul P. (1976) "Council on Energy and resources", Berkeley, California, July 13, Box 42, MC 180, MIT Archives.

Hasta este punto, todo el desarrollo analítico y el recorrido hasta arribar a las conclusiones resulta lógico y, se puede asumir, esperable. Sin embargo, es perturbador pensar en el inmenso operativo, de alcance global, que el MIT montó para analizar un problema en el que, hasta donde se ha podido pesquisar, toda la experiencia sistematizada por la misma organización desde mediados de la década de 1940 hasta inicios de los años 1960s, parece no haber sido considerada ni siquiera en un plano anecdótico¹³. Tampoco debe ser obviada la aparente omisión de sus precursores locales, como la experiencia de Aubrey Eneas y su Solar Motor Company, que patentara, al menos, en Estados Unidos de América, Chile y México su generador solar para la generación de fuerza motriz¹⁴.

La identificación de estas comunicaciones y la vinculación de Wilson con la *Trilateral Commission*, organismo promotor de la vía capitalista del desarrollo del comercio mundial, fundada a iniciativa de David Rockefeller¹⁵, establece conexiones que permiten configurar escenarios de multiescala y visibiliza algunos de los obstáculos del *Lock in* de los hidrocarburos.

3.- Universidades de Barcelona: pioneros fotovoltaicos en Cataluña.

En los mismos años en que el MIT generaba ese discurso pro carbón y energía nuclear, en Barcelona el movimiento apuntaba en una dirección bastante diferente.

La investigación acerca de técnicas capaces de convertir radiación solar directa o indirecta en electricidad tuvo eventos durante varias décadas del

13 ARELLANO-ESCUADERO, 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 por la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, UPC. <http://hdl.handle.net/2117/96344>

14 Comunicación personal con la Dra. Bernardita Escobar Andrae.

15 La International Commission of Peace and Prosperity, mejor conocida como Trilateral Commission, parece haber sido materia de interés dispar entre la historiografía anglosajona y la producción sudamericana. Ver: SKLAR, H. (ed.) (1980) *Trilateralism: the Trilateral Commission and elite planning for world management*, South End Press; PETERZELL, Jay (1977) "The Trilateral Commission and the Carter Administration", *Economic and Political Weekly*, 2097-2104; SKLAIR, Leslie (2012) *Transnational capitalist class*. John Wiley & Sons, Ltd.; DORATIOTO, Francisco; FERGUSON, Juan (2004) *Maldita guerra: nueva historia de la Guerra del Paraguay*, Emecé Editores; CAMOU, A. A. M. (2010) "El discurso sobre la crisis de gobernabilidad de las democracias capitalistas avanzadas: una revisión del informe de la 'Comisión trilateral' (1975-2010)", *Question*, 1, 1-15.

siglo XX, aunque ya se conocía de la existencia del fenómeno en el siglo XIX¹⁶. Sin embargo, en el intento de gestionar una transición sociotécnica en la década de 1970 se intensificaron los esfuerzos en investigación y desarrollo de tecnologías fotovoltaicas, aunque los resultados de mejor rendimiento comenzaron a surgir en la década de 1990¹⁷.

En Europa este proceso de investigación ha sido estudiado parcialmente y en una visión general¹⁸, pero parece posible añadir nuevos antecedentes a la circulación de conocimiento en el campo de desarrollo de las tecnologías fotovoltaicas con una apreciación de lo que se puede designar como el caso catalán, pues a fines de la década de 1970 se urdió un tejido social, académico y de mercado que impulsó la discusión pública acerca de la necesidad de implementar y fortalecer la explotación de esta técnica de conversión de energía solar en energía eléctrica.

Gracias al archivo personal del Dr. Antoni Roca-Rosell fue posible acceder a un ejemplar de las actas del *Primer Col·loqui Internacional d'Energia Solar*¹⁹ y al folleto del programa del *Segundo Col·loqui Internacional d'Energia Solar*²⁰ a lo que se suman los testimonios del Dr. Josep Calderer²¹, físico que en aquel entonces participó en los grupos de investigación y desarrollo, y del propio Dr. Antoni Roca-Rosell²² quien tomó parte en la edición de las actas del *Primer Col·loqui Internacional d'Energia Solar* como miembro de la Societat Catalana de Física.

Gracias a este conjunto de memorias es posible establecer la fuerte cone-

16 BECQUEREL, A.E. (1839) *Compt. Rend. Acad. Sci.* 9, 561-567.

17 GOETZBERGER, A.; HEBLING, C.; SCHOCK, H. W. (2003) "Photovoltaic materials, history, status and outlook", *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 40(1), 1-46.

18 BOUVIER, Yves; PEHLIVANIAN, Sophie (2013) "Introduction", *Annales historiques de l'électricité*, 1, 11, 8-10. DOI 10.3917/ah.011.0007. BOUVIER, Yves (2016) «Renouveler l'Europe de l'énergie depuis les années 1950. Une perspective européenne sans politique commune». En: BOUVIER, Yves; LABORIE, Léonard (dir.) *L'Europe en transitions. Énergie, mobilité, communication XVIIIe-XXIe siècles*, Paris, Nouveau Monde, Collection «LabEx EHNE», 227-270.

19 Actas del *Primer Col·loqui Internacional d'Energia Solar*, desarrollado por la Secció de Física de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques en 1977 y editado por Antoni Roca Rosell, en 1980.

20 Ambos ejemplares, las actas y el folleto, se encuentran actualmente en Valparaíso, Chile, en el archivo personal del autor de este artículo.

21 Comunicación personal 4 de mayo de 2017, Campus Nord de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

22 Comunicación personal 27 de abril de 2017, ETSEIB de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

xión que tuvo del ámbito catalán con Francia, especialmente con Montpellier. En ello el rol de Francesc Solé fue fundamental porque trabajaba en la empresa de Granollers de componentes y transistores donde manejaban tecnologías de semiconductores. Se sabe que Solé tomó contacto con la Universidad de Barcelona, la Universidad Politécnica de Cataluña y con investigadores en Montpellier. La empresa cerró en 1982 y no llegó a fabricar paneles fotovoltaicos, pero en el intertanto exploraron ampliar su gama de productos hacia ese ámbito.

Sin embargo, aquella gestión tuvo efectos una vez cerradas las experiencias industriales, pues fue la universidad la que siguió con aquellas exploraciones en forma de laboratorio; por ejemplo, hubo contratos con la agencia europea del espacio para estudiar células fotovoltaicas, aunque para el campo terrestre no hubo continuidad en la investigación por falta de financiamiento.

Josep Calderer recuerda otra empresa: "Kontakt". Tenía su sede cerca de Vilafranca del Penedès. Disponían de una tecnología muy simple, aunque trabajaban con silicio de alta calidad por lo que el precio era un problema importante. El ingeniero a cargo, dueño de la empresa, era alemán y encontrándose cerca de la jubilación buscó un continuador, pero no tuvo resultados y "Kontakt" terminó por cerrar. En opinión de Calderer fueron capaces de fabricar buenas células, pero con dificultades en los paneles. El contacto con la universidad se gestó hacia 1982 ó 1983.

Estas experiencias, digamos, frustradas se deben contrastar con el emprendimiento de Antonio Luque que, desde Madrid, formó a inicios de la década de 1980 "Isofotón". Esta fue la primera empresa de cierta envergadura en el Reino de España. Luque trabajaba en la Universidad Politécnica de Madrid. La empresa funcionó durante muchos años fabricando paneles en Málaga y hacia 2012 entró a concurso de acreedores. Quienes participaron en los inicios de esta empresa formaban parte también del Instituto de Energía Solar de Madrid²³. Había otros grupos con características similares, uno de

23 Aún no ha sido posible aclarar si hubo conexión con el grupo de José Loria Rico donde el ingeniero chileno Roberto Corvalán obtuvo en 1985 su grado de Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid, siendo probablemente el primer doctor especialista en energía solar en Chile, aunque en el campo termosolar, y cuyo proyecto de investigación no tuvo acogida en el medio académico chileno ni en el ámbito industrial, derivando su trayectoria a los asuntos de legislación y normativa ambiental. Comunicación personal con Roberto Corvalán, 16 de marzo de 2017, Santiago de Chile. Ver: CORVALÁN PAIVA, Roberto (1985) *Secado de madera mediante el aprovechamiento de la energía solar*, tesis para optar al grado de doctor por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 230 p.

ellos en Valencia.

Es este ambiente de investigación, creatividad e inversiones, con algunos éxitos y unos cuantos fracasos en que se deben inscribir estos precoces coloquios internacionales de energía solar. Estos encuentros actuaban como plataformas para la divulgación de las experiencias que se desarrollaban tanto en Francia como en Barcelona y Madrid. Podemos proponer como principal dinamizador de aquellos coloquios a Jordi Porta i Jué²⁴.

Por lo anterior, el período de exploración se puede establecer entre 1977 y 1982 a 1983, en que se experimentaron con materiales como el sulfuro de cadmio / sulfuro de cobre, el silicio y variedades como silicio cristalino, silicio amorfo, entre otros. En cuanto a los materiales utilizados, Josep Calderer nos dice que ya existían paneles fotovoltaicos de silicio, pues para el espacio ya se había desarrollado la tecnología, donde no hay competencia y por lo tanto no hay un problema de costo, pero para usos terrestres se debía competir con las otras técnicas y fuentes de energía; se trata de dos escenarios completamente diferentes²⁵.

Pero estos campos exploratorios desarrollados en la interacción de la academia y la industria tuvieron un tercer espacio social que se les asoció, dado ciertos intereses en común, y que le diferencia de manera significativa con la experiencia de Boston. Esto fue visible gracias a la divulgación de información que se hizo a través de revista *Alfalfa. Crítica Ecológica y Alternativas*. En este medio de comunicación se publicó un número especial denominado "Extra. ¿Nuclear? No gracias. La Cara oculta de la Energía"²⁶. Entre sus artí-

24 INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS (2000) *La Societat Catalana de Física: apunts per a una història: homenatge a Jordi Porta i Jué*, Barcelona, Edicions de la revista de física.

25 SPANGGAARD, H., & KREBS, F. C. (2004) "A brief history of the development of organic and polymeric photovoltaics", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 83(2), 125-146; FLOOD, D. J. (2001) "Space photovoltaics—history, progress and promise", *Modern Physics Letters B*, 15 (17n19), 561-570; GREEN, M. A. (2009) "The path to 25% silicon solar cell efficiency: history of silicon cell evolution", *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 17(3), 183-189.

26 La edición no reporta fecha de emisión. Los colaboradores de este dossier de Energía fueron: Mario Gaviria, Vicenc Fisas, Aurora Moreno, Miguel Gil, Luis Castro, Pedro Costa Morata, Josep Puig i Boix, Alfonso del Val, Colectivo Tierra, Luis Maiz, J. S. Muñoz, Joaquín Corominas, J. M. Naredo, José Lascarain, Benjamín Zufiaurre, Xavier Sanz, Anna Bastida, Josep Roca, Francesc Roca, Colectivo Vida, CANC, Carlos Brufau, Albert Puntí, Fernández Galiano, Fandos, J. y M. Lagunas. La revista *Alfalfa* era producida por Ajoblanco Ediciones y su Director periodista al momento de la publicación era Toni Puig, cuya oficina de redacción estaba domiciliada en Boquería, 40, pral., Barcelona. *Alfalfa* se editó desde 1977 y, aparentemente, llegó a generar 10 números. Información parcial al respecto es accesible en: <https://revistaalfalfa.blogspot.cl/> [Visitado en internet el 18 de noviembre de 2017]

culos, aun cuando el monográfico tenía una clara orientación antinuclear²⁷, se le dio cabida a las alternativas energéticas, incluyendo la energía solar.

Este *ethos* epocal, en el que distintos actores sociales intentaban impulsar un lugar para la tecnología fotovoltaica, resulta muy atractivo por su carácter creativo, pero también por las combinaciones de espacios sociales que fueron capaces de realizar algunos de ellos. La predominancia del mundo masculino tampoco debe ser soslayada, con una aparente ausencia de mujeres que participaran tanto en investigación, desarrollo y/o activismo. La revista *Alfalfa*, además, también refleja el carácter de memorias sueltas que dominaba la escena, en tanto los referentes de historia de las tecnologías termosolares se restringieron a los franceses Mouchot y Pifre²⁸, en circunstancias que algunas figuras locales, como la de Isidoro Cabanyes (1843 – 1915) que fue capaz de inventar y patentar un motor solar del cual alcanzó a construir un prototipo²⁹, se encontraban completamente en el olvido.

4.- La CORFO y el Batelle Institute.

El movimiento global, como hemos visto, conectó a Estados Unidos con muchos lugares del mundo, pero con énfasis en el llamado mundo de los países no comunistas. Entre aquellos 15 países participantes del WAES no se incluyeron ni a España ni a Suiza ni a Chile. Pero Francia sí formó parte, según aquellos archivos. Y Francia es el país que se conectó con España, Suiza y Chile, aunque esta afirmación adolece de la reproducción del nacionalismo metodológico que se formuló en la propuesta del MIT con su ambición de estructuración global de la producción de conocimiento, pues, de acuerdo con la información recabada, es plausible suponer que aquel planteamiento totalizante en realidad albergaba las comunicaciones y redes de relaciones de algunos programas de investigación y desarrollo específicos. Por ello, en

27 CASALS COSTA, Vicente (2017) "Energía Nuclear y Movimientos Sociales en Cataluña durante la Transición Política, 1975-1982". En: ZAAR, Miriam H.; VASCONCELOS P. JUNIOR, Magno; CAPEL, Horacio (Eds) *La electricidad y el territorio. Historia y futuro*, Barcelona, Universidad de Barcelona/Geocrítica, 1-33. <http://www.ub.edu/geocrit/Electr-y-territorio/VicenteCasals.pdf>

28 Es muy interesante referir aquí que no es aludido Isidoro Cabanyes, inventor de motores solares en Madrid, aunque la lista de eventuales referentes europeos es mucho mayor.

29 SÁNCHEZ MIÑANA, J. (2014) "El artillero Isidoro Cabanyes (1843-1915): Una vida de inventos", *Quaderns d'història de l'enginyeria*, 14, 83-154.

una lectura cosmopolita³⁰, añadir un caso chileno amplía la mirada hacia la problematización de las relaciones norte-sur globales y la transfrontera con sus realidades múltiples y las interacciones multiescala, como si fuera un laboratorio intercontinental³¹.

Si bien es cierto el peso del análisis de la conexión de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile y el Battelle Institute se sostiene en un informe de estudio de factibilidad³², la figura de su consultor a cargo, Felix Trombe, y su paso por Chile a mediados de la década de 1970, fue un hito significativo para los investigadores de la época³³.

La CORFO dejó en evidencia que tuvo interés en la exploración de alternativas energéticas que incluyeron a la radiación solar como fuente posible³⁴. Se contabilizaban en 1975 las 50 kilotoneladas Equivalentes de Petróleo (kTeP) de la producción de Potasio en las pozas de evaporación solar de Coya Sur -en el desierto de Atacama-, las 2 kTeP de la producción de sal y se suponía la existencia de otras aplicaciones de pequeña escala que resultaban incuantificables. Se organizó el consumo energético solar según orden de relevancia: Minería, Industria y Uso doméstico.

Es muy interesante detenernos en el listado de aplicaciones de energía solar que se indica: Calentadores de agua, concentración de sales, hornos solares, destilación de agua, captación de camanchaca y producción de hielo,

30 CHEAH, P.; ROBBINS, B. (eds.) (1998) *Cosmopolitics: Thinking and feeling beyond the nation* (Vol. 14), University of Minnesota Press.

31 ARELLANO, Nelson (2017) "El desierto de Atacama como laboratorio: experimentos y tecnologías de la energía solar (1872-1981)", *Aldea Mundo*, 44, 2, 81-89.

32 BATTELLE (1976) *Estudio de factibilidad de Centrales de Potencia en el norte de Chile*, Battelle Centre de Recherche de Genève (Suiza). Biblioteca de la CORFO, Santiago de Chile.

33 ARELLANO, Nelson (2013) "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)". En: GONZÁLEZ, Sergio (ed.) *La sociedad del salitre: protagonistas, migraciones, cultura urbana y espacios públicos (1870 -1940)*, Santiago de Chile, RIL Editores, 487-502; ARELLANO, Nelson (2014) "Para bien de la humanidad: Julio Hirschmann Recht (1902 - 1981) y la Energía Solar en Valparaíso.", *Historia* 396, 4, 1, 11-34.

34 CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN CHILE [CORFO] (1975) "Anexo 5. Sub-sector Energía Solar", *Programa de desarrollo del sector energía 1975/90*, CORFO, Santiago de Chile. El hallazgo de este documento es mérito de los jóvenes investigadores Sergio Espinoza Sepúlveda y Daniel Morales C. a quienes agradezco la generosidad y gentileza de compartir esta valiosa pieza de las memorias de la tecnología. Este informe reproduce informaciones contenidas en un informe previo: OSORIO, Gabriel (1974) "Utilización de la radiación solar como fuente de energía en Chile", *Seminario sobre los Recursos Energéticos de Chile* (Santiago de Chile), CONICYT, Canadá 308, Santiago, Chile, abril 1974, 16-19. Disponible en: <http://repositorio.conicyt.cl>

calefacción y refrigeración de casas, cocinas domésticas, bombas solares, generación de energía eléctrica a partir de fuerza motriz, calderas solares y generación de energía eléctrica por ciclos térmicos³⁵. Esta última aplicación es la que nos resulta de gran interés.

En noviembre de 1976 el Battelle Institute de Ginebra entregó su informe *Estudio de factibilidad de Centrales de Potencia en el norte de Chile*³⁶. Este documento, disponible en la biblioteca de la CORFO, presenta una enorme riqueza de información y una gran complejidad en la problematización y producción de datos.

De acuerdo al índice de materias, se abordaron algunas generalidades, tales como consumo energético, necesidades futuras, estimaciones de costo de producción de energía, entre otros. Pero las materias centrales del informe fueron la comparación de diferentes tecnologías para la utilización de la energía solar, análisis del sistema Torre-heliostatos, Centrales híbridas – acumulación de calor, insolación, demanda eléctrica y costo de la energía en Chile, fuentes alternativas y sus costos, lo que fue seguido de las “condiciones de funcionamiento de centrales solares en el norte de Chile y el costo de la electricidad solar”. Esto permitió la redacción del capítulo 9: “Desarrollo de centrales solares, tiempo de construcción, planta piloto”, con lo que se arribó a las conclusiones.

Este informe de 340 páginas concluyó que la dependencia de las fuentes energéticas de los hidrocarburos y sus derivados debía ser encarada. Se reconocía que las características de la energía solar en Chile eran excepcionales destacando que: “Chile es la mejor región del mundo para una aplicación concreta a corto plazo de la energía solar”³⁷. Enseguida las conclusiones recomiendan estudiar cuatro áreas específicas del desierto dada la reunión de una serie de variables favorables para la construcción de centrales solares de potencia: Calama, Cerro Cristal al sur de Antofagasta, Pica y El Salvador.

La propuesta técnica tomó como referencia la existencia del Horno solar del Centre National de Recherche Scientifique (Odeillo) en Font Romeu, en

35 CORFO (1975:9-10). A este listado debemos agregar la categoría: “Transformación de la energía solar en otras fuentes energéticas”: Células fotoeléctricas, baterías solares, cultivos bajo carpas, producción de algas, Fotosíntesis y fotoquímica en general y producción de Hidrógeno.

36 BATTELLE INSTITUTE (1976) *Estudio de factibilidad de Centrales Solares de Potencia en el norte de Chile*, Ginebra (Suiza).

37 BATTELLE INSTITUTE (1976:310)

los Pirineos franceses³⁸.

En la cartografía que se muestra en la figura 1, el informe georeferenció de manera aproximada las áreas en que resultaba posible la construcción de centrales térmicas desde los 500 kW hasta más de 100.000 kW, dada su cercanía a disponibilidad de agua y líneas eléctricas, constituyéndose en un instrumento de planificación para la política pública que, dadas las evidencias, no llegó a tener efectos prácticos, pues solo 40 años más tarde comenzó la planificación de una central solar de potencia en el desierto de Atacama, gracias a la inversión de una empresa española³⁹.



Fig. 1. Cartografía de las zonas favorables para la cosecha de energía solar.

Fuente: BATTELLE INSTITUTE (1976:312)

38 TROMBE, F.; VINH, A. L. P. (1973) "Thousand kW solar furnace, built by the National Center of Scientific Research, in Odeillo (France)", *Solar Energy*, 15(1), 57-61.

39 CONTRERAS, C. (2017) "Cerro Dominador Concentration Solar Plant", *Sustainable Communities*, 419; STARKE, A. R.; CARDEMIL, J. M.; ESCOBAR, R. A.; COLLE, S. (2016) "Assessing the performance of hybrid CSP+ PV plants in northern Chile", *Solar Energy*, 138, 88-97; MUNGUÍA, M. (2016) "Renewable energy investment in Chile: Make hay while the sun shines", *Renewable Energy Focus*, 17(6), 234-236. La información financiera indica que la empresa Abengoa habría traspasado la propiedad del proyecto "Atacama 1" a EIG Global Energy Partners, pero manteniéndose a cargo de sus operaciones. Noticia en: <http://www.transportetotal.cl/2016/12/15/abengoa-traspasa-totalidad-de-su-proyecto-solar-en-chile-a-eig>, recuperado de internet el 23 de noviembre de 2017.

5.- Conclusiones.

Hasta ahora no se ha podido comprobar alguna conexión entre las historias del MIT, la Universidad de Barcelona y la CORFO. Ello a pesar de que estas historias se desplegaron en la escena de la ciencia y tecnología con interacciones de distintos actores sociales con una circulación internacional e intercontinental.

En cada una de las historias, sin embargo, aparecen en todo su esplendor las formas del olvido⁴⁰. El WAES del MIT parece no haber utilizado o al menos haber hecho reconocimiento de las importantes labores de Hoyt C. Hottel⁴¹ y otros/as de sus propios investigadores/as como Maria Telkes que ya trabajaba en aplicaciones eléctricas de la energía solar en la década de 1940⁴². En Barcelona la figura de Isidoro Cabanyes tampoco tuvo lugar y en la CORFO el informe fue contratado a una empresa transnacional cuyo consultor era un francés, a pesar de la alta calidad de los centros de investigación chilenos, cuyo reconocimiento internacional era evidente⁴³. El sol, el tiempo y la ingeniería no lograron reunirse en la convulsa década de 1970.

Parece apropiado relacionar este andar desacompañado en la investigación y desarrollo con los modos de producción y apropiación del conocimiento. Mientras a mediados del siglo XX la idea de una organización mundial para la energía solar aplicada fructificó en los Estados Unidos de América, en Europa se impulsó la formación de la *Coopération Méditerranéenne pour l'Énergie Solaire (COMPLES)*⁴⁴, donde también se integraron investigadores del Reino Unido y otras latitudes. Asimismo, en la misma década de 1960

40 AUGÉ, Marc (1998) *Las formas del olvido*, Barcelona, Gedisa. Traducido de: *Les formes de l'oubli*, París, Editions Payot, 1998.

41 HOTTEL, Hoyt C. (1951) "The Engineering Utilization of Solar Energy", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 79, 4, 313-318.

42 TELKES, Maria (1941) "Thermoelectric Couple", United States Patents 2,229,481 and 2,229,482. U. S. Patent Office, Official Gazette, January 21.

43 TALBERT, S.G.; EIBLING, J.A.; LOF, G.O.G.; WONG, C.-M.; SIEDER, E.N. (1970) *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.

44 Al respecto, el Dr. Giorgio Nebbia escribió: "La pubblicazione della collezione quasi completa del Bulletin du Complex (1961-1970) (d'ora innanzi Bulletin), di cui la Fondazione Luigi Micheletti/MusIL possiede, per quanto se ne sa, l'unica copia completa ancora esistente, rappresenta un importante contributo alla storia dell'energia solare soprattutto per il periodo degli anni cinquanta e sessanta del Novecento, che sono stati l'età dell'oro delle ricerche sull'energia solare." Capturado en internet el 15 de septiembre de 2016: http://www.musilbrescia.it/minisiti/energia-solare/comples_intro.asp

se instituyó la Conferencia Latinoamericana para el Estudio de las Regiones Áridas⁴⁵.

Aquel tiempo, en que el imaginario comenzó a poblarse con la idea algo peregrina de la transición energética, hizo fluctuar las conexiones en torno a los intereses públicos y privados, de Oriente y Occidente, de Norte y Sur globales, de economías capitalistas y órbita soviética, entre otras muchas categorías ante las cuales el ideal de la República de las ideas fue incapaz de cruzar fronteras. Frente a ello el único denominador común que se podría establecer es que el interés por la energía solar y sus tecnologías decayó, o simplemente desapareció, en los cuatro costados de la tierra, tal como ocurrió en el desierto de Atacama en el siglo XIX y, luego, en el mundo entero con el informe Talbert en 1970⁴⁶.

Aun cuando en esta aproximación no se ha indagado acerca de las vías de financiamiento y marcos presupuestarios para las investigaciones, resulta visible pensar que el espíritu de competencia y ánimo de descubrimiento trascendental gobernó la agencia de las distintas redes de trabajo, aislando unas iniciativas de las otras.

Por lo demás, parece oportuno analizar la pertinencia de ahondar en comparaciones entre las propuestas técnicas de cada época. Considérese, por ejemplo, que el Informe Battelle para la CORFO anticipaba que para 1985 existiría la capacidad de construir centrales solares de potencia con más de 100 MW. Esto, aparentemente, solo se conseguirá en 2021 con el Complejo Solar Atacama 1 (110 MW), Copiapó (260 MW), Likana (390 MW) y Tamarugal (450 MW). Pero, al contrario, los cálculos de aporte de la energía solar a las matrices energéticas que en aquel tiempo parecían exagerados u optimistas, en algunos de esos países, fueron superados de manera significativa.

El encuadre de Julia A. Thomas alienta a una reflexión detenida acerca de como comprender lo que Gregory Unruh ha llamado el escape al encierro de los hidrocarburos⁴⁷. Los intentos por fortalecer alternativas técnicas viables

45 Es necesario señalar que, en el catálogo de la Universidad Nacional de Córdoba y en organismos públicos chilenos, se ha encontrado registro del documento: *Conferencia Latinoamericana para el Estudio de las Regiones Áridas Informe nacional sobre las zonas áridas de Chile*, publicado en Santiago de Chile por el Comité Chileno para el Estudio de las Zonas Áridas, 1963. Por ahora el único nexo entre esta organización y la Asociación Chilena de Energía Solar Aplicada (ACHESA) parece ser la presencia en ambas del profesor de la UTFSM Julio Hirschmann Recht (ARELLANO, 2014).

46 TALBERT et al. (1970).

47 UNRUH, Gregory (2002) "Escaping carbon lock-in", *Energy Policy*, 30, 4, 317-325.

efectivamente fueron inhibidos por las políticas y quehacer institucional. No cabe aquí el modelo de análisis retromoderno. En cuanto a los restantes tres modelos eco-económicos, modernidad de doble capa, modernidades paralelas y enfoques multiescala, es el modelo de doble capa del crecimiento moderno el que mejor acoge esta situación de acciones fragmentarias en las que un mismo objetivo es encarado por actores sociales de manera descoordinada. Aquí podría articularse de forma consistente la idea de las tecnologías criollas que nos propone David Edgerton⁴⁸.

Esta problematización demuestra la necesidad de configurar coordenadas especiales para una narrativa capaz de conjurar la tentación de una lectura lineal que fabrique un relato civilizatorio escalonado, en el que este conjunto de memorias sueltas se organice como una especie de paleohistoria de la industria termosolar eléctrica y fotovoltaica. Nuestra ruta aparece en el andar caótico de las discontinuidades. En el espectro conceptual de Koselleck podremos decir que hemos encontrado un futuro anterior⁴⁹ tanto como podremos comprender la irracionalidad del descarte de aquellas opciones técnicas como la duración intermitente que recoge George Basalla de George Kubler⁵⁰.

Enfrentamos un panorama en el que los mitos civilizatorios acerca de la energía asediaron las pruebas, experimentos y propuestas. Las posibilidades de la energía solar, y las tecnologías que la transforman en aplicaciones válidas para los complejos tecnoinstitucionales, no pudieron satisfacer estos mitos pues i) la energía solar tiene fallas, ii) su abundancia no es infinita, ¡no es la Cornucopia!, y iii) no puede cumplir con los cambios utópicos de la sociedad. En estos términos, desde luego, el poder solar resultó ser, por tercera vez en la era de la gran aceleración, una quimera.

48 EDGERTON, David (2007) *Innovación y tradición: historia de la tecnología moderna*, Barcelona, Crítica.

49 KOSELLECK, R. (2004) *Futures past: on the semantics of historical time*. NY: Columbia University Press. Versión española: KOSELLECK, Reinhart (1993) *Futuro pasado. Para una semántica de los tiempos históricos*, Buenos Aires, Editorial Paidós. La versión original: KOSELLECK, R (1979) *Vergangene Zukunft. Zur Semantik geschichtlicher Zeiten*, Frankfurt am Main, Suhrkamp, Verlag, traducida al inglés en 1979 y publicada por MIT Press.

50 BASALLA, George (1988) *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press. Versión en castellano: *La evolución de la tecnología*, Barcelona, Editorial Crítica, 1991 y 2011.

6.- Agradecimientos.

Una parte considerable del material de archivos que aquí se ha utilizado fue accesible gracias a la gentileza y eficacia de Myles Crowley, Reference Associate, y Nora Murphy, Archivist for Reference, Outreach and Instruction, ambos en el MIT Institute Archives and Special Collections; de Fabiola Neira, en la Biblioteca de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Chile; de Daniele Mor, Rene Capovin y Bruna Micheletti de la Fondazione Luigi Micheletti/Musil, Brescia, Italia; y la generosa colaboración de Vicenç Casals Costa, en Barcelona, Cataluña, con el material de revista *Alfalfa*. Además, evidentemente, el testimonio de los profesores de la Universidad Politécnica de Cataluña Josep Calderer y Antoni Roca Rosell ha sido fundamental. Desde luego a todos y todas mis sinceros agradecimientos por sus valiosas contribuciones en la curatoría de la memoria de la energía solar.