

FRONTERAS SOLARES DE CHILE GOBERNANZA DE TECNOLOGÍAS SOLARES EN ZONAS EXTREMAS: DESIERTO, ANTÁRTICA, POLINESIA Y ESPACIO EXTERIOR (1976-2011)¹

Nelson Arellano-Escudero
nelson.arellano@uacademia.cl

1.- Introducción.

El proyecto de investigación, “Las fronteras solares de Chile: Desierto, Antártica, Polinesia y Espacio. Una historia de gobernanza y valores sociales de tecnologías solares en zonas extremas (1976-2011)”, representa la continuidad de un programa que ha explorado en los períodos 1872-1907² y 1907-1981³ la presencia, desaparición e intermitencia de las tecnologías de la energía solar en Chile, especialmente en la zona del desierto de Atacama. Este programa de investigación se inició con el trabajo doctoral desarrollado en la ETSEIB de la Universidad Politécnica de Cataluña, en el curso 2010-2011 en el Centre de Recerca per a la Història de la Tècnica «Francesc Santponç i Roca».

1 Síntesis preliminar de resultados de la investigación Fondecyt 11180158 “Fronteras solares de Chile” en Universidad Academia de Humanismo Cristiano (UAHC-Chile) y con la contribución del proyecto PID2020-113702RB-I00, Ministerio de Ciencia e Innovación.

2 ARELLANO, Nelson (2015) *La ingeniería y el descarte artefactual de la desalación solar de agua: las industrias de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko (1872-1907)*, tesis para optar al grado de doctor, Universidad Politécnica de Cataluña. <https://www.tdx.cat/handle/10803/394057>

3 ARELLANO, Nelson (2016) “El debate de la energía solar para la desalación de agua en 1884: rastros de un discurso desatendido”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, 15, 449-467; ARELLANO, Nelson (2017) “El desierto de Atacama como laboratorio: experimentos y tecnologías de la energía solar (1872-1981)”, *Aldea Mundo*, 22, 44, 81-89; ARELLANO, Nelson (2018a) “La energía solar industrial en el desierto de Atacama entre 1933 y 1952: Investigación, desarrollo y sustentabilidad”, *Estudios Atacameños*, 57, 119-140; ARELLANO, Nelson (2018b) “MIT, Universidad de Barcelona, CORFO y Batelle Institute: búsquedas paralelas del poder solar en la década de 1970”, *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, XVI, 261-276; ARELLANO, Nelson (2019 a) “Investigación y desarrollo de la energía solar en Chile (1872-1958)”. En: OSSES, Mauricio; IBARRA, Cecilia; SILVA, Bárbara (eds.) *El sol al servicio de la humanidad. Historia de la energía solar en Chile*, Santiago, RIL editores, Universidad Técnica Federico Santa María, 25-43; ARELLANO, Nelson (2019b) “Propuestas y resultados: la paradoja del país con la mayor radiación solar del mundo que descartó las tecnologías para aprovecharla (1958-2011)”. En: OSSES; IBARRA; SILVA (eds.), 127-143.

Al cubrir el lapso del pasado reciente, es decir, el último cuarto del siglo XX, se cuenta con una visión general de las trayectorias del descarte artefactual (el desuso de artefactos y sistemas), la duración intermitente (o futuro anterior que implica volver a utilizar una tecnología descartada en un tiempo previo) y las continuidades (que es el resultado del proceso de selección) de las tecnologías de la energía solar en Chile y su relevancia mundial desde fines del siglo XIX hasta entrado el siglo XXI.

Esta aproximación historiográfica intenta demostrar que, si bien los factores económicos y técnicos tuvieron una incidencia relevante en el desinterés de la cultura local por la explotación, cosecha o aprovechamiento de los servicios ecosistémicos de la radiación solar, el elemento decisivo para esta desafección fue la configuración de ciertos valores sociales que no permitieron una integración a mayor escala de las tecnologías de la energía solar en la matriz energética del caso chileno.

Para demostrarlo se han explorado microhistorias⁴ de cinco casos de estudio que se han elegido según líneas técnicas: dos fotovoltaicas, dos termosolares, y, adicionalmente, la matriz energética de un territorio insular. Aquí, se estudiarán un caso de éxito y otro de descarte por cada línea técnica, además del caso insular que se verá como conjunto. Todos los casos se ubican en las denominadas zonas extremas llevando la definición más allá de su formalidad operacional actual⁵ y proponiendo una lectura transfronteriza que considere las acciones del Estado para llegar a los vértices más lejanos de su geografía e incluso fuera de ella, como es el espacio extraterráqueo; todo lo anterior permitirá indagar con mayor especificidad en el desempeño del Estado de Chile en relación a las aplicaciones de la energía solar y establecer los valores sociales que se presume interfieren con la adopción a distintas escalas de las tecnologías de la energía renovable.

Una primera paradoja que se ha investigado es ¿por qué la cultura local que disponía de un recurso energético abundante y pruebas tangibles de industrias pioneras en su aplicación no amplió su interés en ello? La complejidad del fenómeno aumenta al incorporar el problema de las batallas por

4 GINZBURG, Carlo (1981) *El queso y los gusanos: el cosmos de un molinero del siglo XVI*, Barcelona, Muchnik [primera traducción con cuatro reimpresiones 1986, 1994, 1997 y 1999]; original: GINZBURG, Carlo (1976) *Il formaggio e i vermi. Il cosmo di un mugnaio del '500*, Turín, Einaudi.

5 VERA, Loreto Correa (2013) "Políticas públicas y gobernabilidad en las zonas extremas de Chile 2010-2012, *Estudios de Seguridad y Defensa*, 1, 17-43.

la memoria tecnológica y apreciar una segunda paradoja ¿por qué si en el territorio nacional hubo un desarrollo industrial con energía solar, pionero en el mundo, los relatos acerca de ello quedaron en el silencio y el olvido? Nos situamos aquí en una doble contingencia: los valores sociales que condujeron la selección técnica, por una parte, y las batallas por la Historia y la memoria⁶.

Si bien es cierto que en Chile los aspectos sociales de la energía han cobrado relevancia y distintas aproximaciones han puesto interés en ello⁷, se constata que no tiene la misma relevancia el problema del devenir y cómo se han entreverado acontecimientos y estructuras en la configuración de la contingencia contemporánea. Por lo tanto, el pasado se mantiene en el misterio o en el enigma.

En ese sentido, el estudio de la historia de las tecnologías de la energía solar aporta información valiosa y contraintuitiva en relación al determinismo tecnológico⁸, pero se resguarda de la anacronía. Estas definiciones de alcances y limitaciones reconocen que este campo de análisis es un ámbito de escaso desarrollo en el mundo y que solo en años recientes se ha visto un incremento en las aproximaciones historiográficas⁹, no obstante la preexistencia de un considerable número de publicaciones de divulgación de hechos científicos y tecnológicos a su haber¹⁰.

6 En la abundante producción al respecto ver, por ejemplo: TRAVERSO, E. (2012) *La historia como campo de batalla*, México, Fondo de Cultura Económica; ILLANES, M. A. (2002) *La batalla de la memoria: ensayos históricos de nuestro siglo: Chile, 1900-2000*, Santiago de Chile, Planeta/Ariel.

7 NUMIES (2014) *Núcleo Milenio de Investigación en Energía y Sociedad* (Numies). <http://www.iniciativamilenio.cl/numies/> ; BLANCO, Gustavo (2016) *La Vida Social de la Energía: Trayectorias Territoriales de la Energía en Tres Regiones del Sur-Austral de Chile*, Fondecyt N° 1160857: Ciencias Sociales, Sociología, Cambio Social y Desarrollo. Concurso Nacional Regular 2016; HERNANDO, Maite; BLANCO, Gustavo (2016) "Territorio y energías renovables no convencionales: aprendizajes para la construcción de política pública a partir del caso de Rukatayo Alto, Región de Los Ríos, Chile", *Gestión y política pública*, 25, 1, 165-202.

8 VILLALOBOS, Sergio (1983) *Historia de la energía en Chile*, Santiago, Museo Histórico Nacional de Chile.

9 ARELLANO, Nelson; ROCA-ROSELL, Antoni (2018) "Solar energy technologies: unity and disunity of loose European memories", Symposium for the 2018 European Society for the History of Science Biennial Conference in conjunction with the British Society for the History of Science, London, 14-17 September, *Unity and Disunity*; BOUVIER, Yves; PEHLIVANIAN, Sophie (2013) "Introduction", *Annales historiques de l'électricité*, 1, 11, 8-10; BOUVIER, Yves; LABORIE, Léonard (dir.) (2016) *L'Europe en transitions. Énergie, mobilité, communication. XVIIIe-XXIe siècles*, Paris, Nouveau monde éditions, 332 p. PEHLIVANIAN, Sophie (2014) *Histoire de l'énergie solaire en France: science, technologies et patrimoine d'une filière d'avenir*, Doctoral dissertation, Grenoble.

10 ARELLANO (2015, 2016, 2017 y 2018a y b)

Incrementar el volumen de información respecto de la historia de la ciencia y la tecnología de la energía solar en el caso chileno puede contribuir a fortalecer la posición de la historia y las humanidades en cuanto a los problemas contemporáneos y ampliar la matriz de análisis para los diseños e implementación de la política pública. Para lograrlo, primero se debe comprender la selección entre continuidad e innovación¹¹ y, luego, comprobar la participación de los elementos culturales que se presentan en forma de valores sociales para establecer su incidencia en el proceso de selección de las tecnologías para lo cual se ha elegido el ámbito de las ingenierías en organismos del Estado de Chile como campo de estudio de acuerdo a las fuentes encontradas y que se señalarán en este mismo proyecto.

2.- Las Tecnologías solares en su continuidad e innovación.

El actual momento auspicioso para las energías renovables en Chile, y la energía solar entre ellas¹², tiene un alto contraste con respecto al desconocimiento de las trayectorias y desempeños de los pioneros y la continuidad de los esfuerzos de varias generaciones de ingenieros, técnicos, entusiastas e inversionistas, entre otros.

El estudio de las memorias sueltas de las tecnologías de la energía solar en Atacama y su circulación mundial en los periodos 1872-1907¹³ y 1907-1981¹⁴ ha permitido configurar la relevancia de actores sociales en su despliegue transfronterizo¹⁵, así como comprobar la existencia de una intermitencia téc-

11 BASALLA, George (2011) *La evolución de la tecnología*, Barcelona, Editorial Crítica, segunda edición.

12 ESPINOZA, Cristina (2017) "Energía solar ha tenido explosivo crecimiento en Chile", *La Tercera*, 9 de agosto. Recuperado el 28 de septiembre de 2017: <http://www2.latercera.com/noticia/energia-solar-chile/>; EMOL (2017) "Revolución solar en Chile: Conoce las 10 plantas fotovoltaicas más grandes del país", *El Mercurio* on line, 3 de octubre. Recuperado el 18 de noviembre de 2017: <http://www.emol.com/noticias/Economia/2017/10/03/877584/Las-10-plantas-solares-mas-grandes-de-Chile.html>; MINISTERIO DE ENERGÍA (2016) *Informe de Seguimiento 2016*. Recuperado el 22 de mayo de 2017: <http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2017/04/Informe-Seguimiento-2016.pdf>

13 ARELLANO (2015).

14 ARELLANO (2016, 2017 y 2018 a y b).

15 GONZÁLEZ, Sergio; ARTAZA, Pablo; CALDERÓN, Renato (2016) "El fin del ciclo de expansión del salitre en Chile: la inflexión de 1919 como crisis estructural", *Revista de Historia Industrial*, 25, 65, 83-110; GONZÁLEZ MIRANDA, Sergio; OVANDO SANTANA, Cristian (2017) "Sama y Camarones: Las fronteras que no fueron entre Perú y Chile", *Revista de geogra-*

nica a lo largo del siglo XX cuya invisibilidad le circunscribe a la dimensión del silencio y el olvido en la memoria social¹⁶.

Gracias a esta historia de la tecnología¹⁷, que combina elementos conceptuales con la Historia Económica¹⁸ e Historia Ambiental¹⁹, ha sido posible establecer relaciones de grupos empresariales como Casa Gibbs, Baburizza y Guggenheim Bros., con la investigación, experimentaciones y construcción de proyectos industriales que utilizaron energía solar como suministro principal. En los casos de la destilación solar y las pozas de evaporación solar nos encontramos en el plano de la inversión privada en investigación y desarrollo que, en ocasiones, fue acompañada por el trabajo académico de las Universidades Técnica Federico Santa María, Católica del Norte y de Chile, aunque se debe enfatizar que la academia tuvo su ruta y agenda propia.

En la búsqueda de información de esos procesos, las fuentes del Archivo Nacional de la Administración (ARNAD) en Chile permitieron establecer la participación de Organismos Públicos en un periodo de la historia reciente en el desarrollo de las tecnologías de la energía solar. Ello se condice con los testimonios de técnicos y fotografías que revelan la trascendencia de las tecnologías de la energía solar para la presencia del Estado de Chile en sus zonas extremas: Desierto, Antártica, Polinesia y Espacio exterior.

No obstante lo anterior, estos indicios requieren un abordaje decidido y contundente que permita continuar el proceso de ensamblaje de memorias sueltas capaces de constituir una memoria emblemática de los usos de las tecnologías de la energía solar.

fia Norte Grande, 66, 61-82; HEADRICK, Daniel (1989) *Los instrumentos del Imperio. Tecnología e imperialismo europeo en el siglo XIX*, Madrid, Alianza Editorial.

16 AUGÉ, Marc (1998) *Las formas del olvido*, Barcelona, Gedisa; BURKE, Peter (1996) *Hablar y callar: funciones sociales del lenguaje a través de la historia*, Barcelona, Gedisa; STERN, Steven J. (2006) *Battling for hearts and minds: Memory Struggles in Pinochet's Chile, 1973-1988*, Duke University Press.

17 SMITH, Merritt; MARX, Leo (ed.) (1994). *Does Technology drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, Cambridge, MIT Press; MISA, Thomas J. (1988) "How machines make history, and how historians (and others) help them to do so", *Science, Technology, & Human Values*, 13, 3/4, 308-331.

18 LLORCA-JAÑA, Manuel; BARRÍA, Diego (Eds.). (2017) *Empresas y empresarios en la historia de Chile: 1810-1930*. Santiago de Chile, Editorial Universitaria; STERN, David I. (2011) "The role of energy in economic growth", *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219, 1, 26-51; STERN, David I. (2004) "Economic growth and energy", *Encyclopedia of Energy*, 2, 147, 35-51.

19 THOMAS, Julia (2017) "Historia económica en el Antropoceno: cuatro modelos", *Desacatos*, 54, 28-39.

3.- Gobernanza: la Selección entre Continuidad e Innovación.

Lejos de una pretensión difusionista, en la que una invención es producto de un destello genial que luego es simplemente replicado, la propuesta del modelo teórico de la evolución de la tecnología de George Basalla²⁰ ofrece un amplio espectro de posibilidades, en los que se incluyen las creaciones paralelas o el errático comportamiento social que, como lo planteara Kubler²¹, produce descarte de artefactos o una duración intermitente de éstos. El despliegue lúdico, las fantasías tecnológicas, la curiosidad, entre otros, son importantes impulsores de la invención y el descubrimiento. Este mundo, muy irracional, forma una parte considerable de las fuerzas no lineales de la historia de la tecnología que inciden en un tipo de evolución que no necesariamente implica progreso en tanto Basalla nos recuerda que la rueda fue inventada tres veces, en tres continentes diferentes (incluido América), pero en una sola ocasión de esas fue complementada con un eje y caminos.

Esa evolución no lineal ha producido tal amplitud de objetos que se genera un problema de síntesis que es bien resuelto por la propuesta de Líneas Técnicas²², cuya conceptualización posibilita agrupar conjuntos de artefactos no por su morfología sino por el encadenamiento que unos con otros pueden generar, permitiendo encarar desafíos mayores en escala, velocidad o continuidad. Estas líneas técnicas son las que permiten generar grandes sistemas tecnológicos²³ que pueden llegar a constituir Complejos Tecnoinstitucionales²⁴.

Es justamente esa tecnoinstitucionalidad la que debe ser interrogada en torno a su Gobernanza²⁵, es decir, cuáles son los actores sociales que inciden

20 BASALLA (2011).

21 KUBLER, George (1988) *La Configuración del tiempo: Observaciones sobre la historia de las cosas*, Madrid, Nerea.

22 GILLE, Bertrand (1999) *Introducción a la historia de las técnicas*, Barcelona, Editorial Crítica.

23 HUGHES, Thomas (1987) "The Evolution of Large technological Systems". En: BIJKER; HUGHES; PINCH, *The Social Construction of Technological Systems*, Mass., MIT Press, 51-82; HUGHES, Thomas (1993) *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore, John Hopkins University Press.

24 UNRUH, Gregory (2000) "Understanding Lock-in Carbon", *Energy Policy*, 28, 817-830; UNRUH, Gregory (2002) "Escaping carbon lock-in", *Energy Policy*, 30, 4, 317-325; UNRUH, Gregory; CARRILLO-HERMOSILLA, Javier (2006) "Globalizing Carbon Lock-in", *Energy Policy*, 34, 10, 1185-1197.

25 DELANTY, Gerard; MOTA, Aurea (2017) "Governing the Anthropocene: Agency, governance, knowledge", *European Journal of Social Theory*, 20, 1, 9-38; IBARRA, Cecilia; O'RYAN, Raul;

en la toma de decisiones en relación con las posibilidades de selección en cuanto a la innovación o la tradición, también llamada continuidad. Esta es una pregunta densa, pues apela a la interacción asimétrica de actores humanos y no humanos, lo que puede ser entendido como Actor-red²⁶ o construcción social de la realidad²⁷ o como una producción cultural²⁸.

Entender este proceso en su complejidad histórica requiere describir y comprender la movilidad del conocimiento, sus intermediarios y su mediación²⁹. Como señala Sanhueza, es provechoso detenerse en las prácticas y bases de racionalidad en torno a objetos situados y contextualizados y las redes nacionales y transnacionales que les permitieron fluir. Esto refuerza la idea de la capacidad re-interpretativa o re-inventiva y releva la importancia de los actores locales en los procesos internacionales, transcontinentales y/o globales, como queda en claro en el caso de la ingeniería³⁰.

Esto coincide con la idea de las Tecnologías Criollas³¹ que subvierten la apuesta lineal unidireccional cuyo reduccionismo sitúa a las metrópolis y los imperios como agentes de creación y cambio y a sus periferias, como sitios de recepción y mera aplicación acrítica de los instrumentos³².

Siguiendo a Basalla: "Las tres grandes invenciones que sir Francis Bacon identificó como fuente de los grandes cambios en la Europa del Renacimiento

SILVA, Bárbara (2018) "Applying knowledge governance to understand the role of science in environmental regulation: the case of arsenic in Chile", *Environmental Science & Policy*, 86, 115-124.

26 LATOUR, Bruno (1987) *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*, Harvard University Press.

27 BERGER, Peter L.; LUCKMANN, Thomas (1968) *La construcción social de la realidad*, Buenos Aires, Amorrortu.

28 DE CERTEAU, Michel (2010) *La invención de lo cotidiano*, México, Universidad Iberoamericana; GEERTZ, Clifford (2003) *La Interpretación de las culturas*, Barcelona, Gedisa. [duodécima reimpresión] traducida de: GEERTZ, Clifford (1973) *The Interpretation of Cultures*, Nueva York, Basic Books, Inc.

29 SANHUEZA, Carlos (ed.) (2017a) *La movilidad del conocimiento científico en América Latina. Objetos, prácticas, instituciones*. Siglos XVIII-XX, Santiago de Chile, Universitaria.

30 ARELLANO, Nelson (2014) "Los ingenieros británicos en la Sudamérica del siglo XIX", *Quipu Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, 16, 1, 39-62.

31 EDGERTON, David (2004) "De la innovación al uso: diez tesis eclécticas sobre la historiografía de las técnicas", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, VI, 1-23; EDGERTON, David (2007) *Innovación y tradición: historia de la tecnología moderna*, Barcelona, Editorial Crítica; EDGERTON, David (2010) "Innovation, Technology, or History. What is the Historiography of Technology About?", *Technology & Culture*, 51, 3, 680-697.

32 MEDINA, Eden; DA COSTA MARQUES, Ivan; HOLMES, Christina (2014) *Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America*, Cambridge, MIT Press.

-la imprenta, la pólvora y la brújula magnética- fueron productos de la civilización china, no de la europea”³³. Por ello debemos preguntarnos por qué los inventores obtuvieron resultados diferentes a los de otros usuarios. Traído este fenómeno a las tecnologías de la energía solar, la búsqueda de una explicación nos conduce a la indagación de los valores sociales en la ingeniería.

4.- Valores sociales e Ingenierías.

La apuesta por un estudio de los valores sociales en la evolución de la tecnología y, específicamente, las termosolares y fotovoltaicas, encuentra en las ingenierías el campo de estudio apropiado. Es allí desde donde se ha venido indagando de manera diversa³⁴. Esta lectura, por supuesto, busca conocer la interacción con los estamentos políticos, económicos, sociales que contribuyeron a modelar aquellas racionalidades que se tradujeron en proyectos a nivel conceptual, básico o de detalles tanto como la investigación, desarrollo e innovación.

Asumimos aquí que este proceso, visto en el tiempo contemporáneo de la gran aceleración de la economía³⁵, ha venido ligado a la emergencia de la configuración de un valor social descrito como la retórica de la solución tecnológica³⁶ cuya ambición mayor ha sido la constitución de una sociedad

33 BASALLA (2011:208).

34 SANHUEZA, Carlos (2017b) *100 años Escuela de Ingeniería y Ciencias 1917-2017*, Santiago, Universidad de Chile; VERGARA (2017); GREVE, Ernesto (1938) *Historia de la Ingeniería en Chile*, Santiago de Chile, Imprenta Universitaria; IBÁÑEZ, Adolfo (1983) “Los ingenieros, el estado y la política en Chile: del Ministerio de Fomento a la Corporación de Fomento: 1927-1939”, *Historia* [Santiago de Chile], 188, 45-102; IBÁÑEZ, Adolfo (2005) “Los ingenieros norteamericanos en la década de 1920 y su intento de construir un mundo feliz”, *Boletín de la Academia Chilena de la Historia*, 71, 114, 87-107; PARADA, Jaime, (2011) “La Profesión de Ingeniero y los *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. 1840-1927*”. En: SAGREDO, Rafael (Ed.) (2011) *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. Ingeniería y sociedad 1889-1929*, Santiago de Chile, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, ix-lxxvii; VERGARA, Mario (2017) *80 años formando ingenieros mecánicos. Un camino de búsqueda, realización personal y profesional. 1937-2017 Chile*, Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María.

35 HIBBARD, K. A.; CRUTZEN, P.; LAMBIN, E. F.; LIVERMAN, D.; MANTUA, N. J.; MCNEILL, J. R.; MESSERLI, B.; STEFFEN, W. (2007) “The Great Acceleration”. En: COSTANZA, R.; GRAUMLICH, L. J.; STEFFEN, W. (eds.) *Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth. Dahlem Workshop Report 96*. Cambridge, MA, MIT Press, 341-378.

36 JOHNSTON, Sean (2018a) “The Technological Fix as Social Cure-All: Origins and Implications”, *IEEE Technology and Society Magazine*, 37, 1, 47-54; JOHNSTON, Sean (2018b)

tecnocrática en la que las decisiones sean tomadas por los regímenes de la ingeniería, prescindiendo o relegando a las clases políticas, económicas e incluso militares.

Esta sobrevalorización de la solución tecnológica como estereotipo de la relación Sociedad/Naturaleza³⁷ se ha visto beneficiada y al mismo tiempo ha propiciado la reificación de otro valor social enunciado como la persistencia de algunos mitos del binomio civilización y energía³⁸, a saber: i) se espera que el suministro de energía no tenga fallas, ii) que su abundancia sea infinita, como la Cornucopia, y iii) que la energía cumpla con los cambios utópicos de la sociedad. Aquí se aumentan los efectos del descarte y duración intermitente de las tecnologías de la energía solar, a veces incluso tomando forma de un futuro Anterior³⁹, arruinamiento⁴⁰, acumulaciones de fluctuaciones coexistentes⁴¹ u olvidos, en ocasiones, traumáticos⁴².

Los resultados del proceso parecen estar vinculados a las sutilezas de la autonomía relativa de la ciencia y la tecnología⁴³, o tecnociencia, que constituye aquella zona ambigua de las relaciones sociales, culturales, políticas, económicas y de medio ambiente en las que el conocimiento catalogado como

"Alvin Weinberg and the promotion of the technological fix", *Technology & Culture*. 59 (3), 620-651.

37 DESCOLA, Phillip; PALLSON, Gísli (2001) *Naturaleza y sociedad. Perspectivas antropológicas*, México, Siglo XXI.

38 BASALLA, George (1979) "Energy and civilization", *EPRI Journal*, 4, 6, 20-25; BASALLA, George (1982) "Some persistent energy myths", *Energy and transport: Historical perspectives on policy issues*, 15, 27-38; GOUDSBLOM, Johan (2012) "Energy and civilization", *International Review of Sociology*, 22, 3, 405-411; ISSAWI, Charles (1991) "Technology, energy, and civilization: Some historical observations", *International Journal of Middle East Studies*, 23, 3, 281-289; RAY, Dixy Lee (1983) "Energy and civilization", *Nuclear and Chemical Waste Management*, 4, 1, 3-7; SMIL, Vaclav. (2017) *Energy and Civilization: A History*. Cambridge, MIT Press.

39 KOSELLECK, Reinhart (2004) *Futures past: on the semantics of historical time*, Nueva York, Columbia University Press. Edición original de 1979. Versión española: KOSELLECK, Reinhart (1993) *Futuro pasado. Para una semántica de los tiempos históricos*, Buenos Aires, Editorial Paidós.

40 WENZEL, Paul; LACHENAL, Guillaume; MANTON, John; TOUSIGNANT, Noémi (2016) *Traces of the future: an archaeology of medical science in Africa*. Chicago, University of Chicago Press.

41 DE LANDA, Manuel (2011) *Mil años de historia no lineal*, Barcelona, Gedisa. Versión original: DE LANDA, M. (1997) *A thousand years of nonlinear history*, New York, Swerve Editions.

42 DAVOINE, Françoise (2013) "Clínica de lo extremo, Entrevista con Dori Laub", *Le Coq-Héron*, Paris, Érès, 214, 143-158.

43 KLEICHE DRAY, Mina (dir.) (2018) *Les ancrages nationaux de la science mondiale, XVIII^e-XXI^e siècles*, Paris, Éditions des archives contemporaines, en coédition avec IRD Éditions.

científico-tecnológico adquiere una significación capaz de sostener el interrogante acerca de si no es la tecnología la que conduce a la Historia⁴⁴.

En esas amalgamas de ciencia y tecnología⁴⁵ -donde la ciencia es ciega si no cuenta con los instrumentos mediadores de la comprensión humana con los elementos físico-químicos y la biología, pero la tecnología es inepta si no se conduce por preguntas significativas que le provoquen hacia un propósito- es donde los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y la Historia de la Tecnología tienen oportunidades de desarrollo colaborativo, junto con el fértil campo de los estudios de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI).

Sin embargo, lo anterior tiene unos pasos previos que aún no han sido efectivos. La interacción de Historia de la Tecnología y CTS, considerando sus riquezas, requiere un tratamiento meticuloso y pormenorizado para enfrentar esquemas de CTS que proponen la idea de Tecnociencia⁴⁶, lo que conceptualmente pudiera reensamblar la dicotomía Ciencia/Tecnología, pero que finalmente no ha llegado a pronunciarse acerca de la materia de fondo que es esta segmentación. Lo mismo ocurre con el problema de la concepción lineal de historia que predomina en la visión de los estudios CTS latinoamericanos⁴⁷ o de aproximaciones genéricas⁴⁸. Este estado del arte debe ser entendido como un llamado a estrechar colaboraciones y fomentar el debate interdisciplinario.

Por ello, se propone un estudio transnacional e intercontinental acerca de la circulación de los objetos técnicos de la energía solar y de los sistemas sociotécnicos que los integraron, descartaron y/o recuperaron, en conjunto con la movilidad de las personas y colectivos de personas que lo hicieron posible.

Con todo, el problema historiográfico de la evolución de la tecnología encuentra un caso relevante, además también valorable para las visiones interdisciplinarias del problema de la sustentabilidad, lo que está siendo acogido por los expertos en la materia a juzgar por el uso de los resultados

44 SMITH; MARX (ed.) (1994).

45 MARX, Leo (1994) "The idea of 'Technology' and Postmodern Pessimism". En SMITH; MARX, 11-28.

46 VESSURI, Hebe; KREIMER, Pablo. (2018) "Les sciences en Amérique latine. Tensions du passé et défis du présent". En: KLEICHE DRAY (dir.), 99-134

47 KREIMER, Pablo (2010) *Ciencia y Periferia. Nacimiento, muerte y resurrección de la biología molecular en la Argentina. Aspectos sociales, políticos y cognitivos*, Buenos Aires, EUDEBA.

48 GIBERT, Jorge; GÓMEZ, Andrés; CANCINO, Ronald (2017) *Ciencia, Tecnología y Sociedad En América Latina: La Mirada De Las Nuevas Generaciones*, Santiago de Chile, RIL editores.

de investigación de historia de las tecnologías de energía solar entre sus referencias⁴⁹.

De aquí que se aprecie un interés por el comportamiento contemporáneo de la Política Pública en relación a los estímulos o restricciones que las tecnologías de la energía solar encuentran en el campo de la acción del Estado. No obstante, en términos de memoria e Historia, encontramos, nuevamente, un área desatendida que resulta oportuno cubrir⁵⁰.

La relación del Estado de Chile con respecto a las tecnologías de la energía solar es, por ahora, más bien una incógnita respecto de la cual algunos hallazgos de fuentes permiten vislumbrar que existe factibilidad de elaborar algunos relatos. Esto también podría ser una contribución a la historia burocrática de las ciencias⁵¹, lo que nos podría permitir comprender: ¿qué usos de tecnologías de la energía solar se plantearon en algunos organismos públicos?; ¿qué vinculación hubo en los procesos de toma de decisión entre las dimensiones políticas y técnicas de sistemas y artefactos?; ¿qué tipo de relación mediaron las tecnologías de la energía solar entre el Estado de Chile y los actores sociales de los territorios?

A partir del cúmulo de interrogantes que emerge, se ha establecido una pregunta significativa que es capaz de conducir un estudio que requiere la investigación de cinco casos entre 1976 y 2011, situados en zonas extremas del territorio chileno, conducentes a comprender los valores sociales que sustentaron los criterios de selección técnica según el tipo de energía que utilizaran.

49 AGOSTINI, Claudio A.; NASIROV, Shahriyar; SILVA, Carlos (2016) "Solar PV planning toward sustainable development in Chile: challenges and recommendations", *The Journal of Environment & Development*, 25, 1, 25-46; HAAS, Jannik; PALMA-BEHNKE, Rodrigo; VALENCIA, Felipe; ARAYA, Paz; DÍAZ-FERRÁNA, Gustavo; TELSNIIG, Thomas; ELTROPC, Ludger; DÍAZA, Manuel; PÜSCHELA, Sebastián; GRANDEL, Matthias; ROMÁN, Román.; JIMÉNEZ-ESTÉVEZ, Guillermo (2018) "Sunset or sunrise? Understanding the barriers and options for the massive deployment of solar technologies in Chile", *Energy Policy*, 112, 399-414; TORCHIA-NÚÑEZ, Juan Cristóbal; CERVANTES DE GORTARI, Jaime (2013) "Discusión sobre el modelado de la destilación solar: experimentos y teoría", *Tecnología en Marcha*, 26, 4, 100-108; TORCHIA-NÚÑEZ, Juan Cristóbal; CERVANTES DE GORTARI, Jaime; PORTA-GÁNDARA, Miguel Ángel (2014) "Thermodynamics of a shallow solar still", *Energy and Power Engineering*, 6, 09, 246.

50 HAAS; PALMA-BEHNKE et al (2018).

51 PODGORNYY, Irina (2017) "Hacia una historia burocrática de las ciencias". En: SANHUEZA (ed.) (2017a), 19-54.

5.- Hipótesis.

Los acontecimientos y las estructuras relacionadas con las peculiaridades de la geografía y territorialidad del Estado de Chile permiten formular la pregunta: ¿Cuál ha sido la mediación de las tecnologías de la energía solar (térmica y fotovoltaica) para la presencia del Estado de Chile en sus zonas extremas?

La Hipótesis que podría comprobarse a partir de los datos aportados por las fuentes es:

Las decisiones del Estado de Chile con respecto al uso de la energía solar aplicada en las zonas extremas habrían sido influidas por los valores sociales de la solución tecnológica y los mitos persistentes acerca de la energía.

6.- Objetivos.

Se postula como objetivo general:

Comprender los valores sociales que sustentaron los criterios de selección técnica de energía solar aplicada en proyectos que requerían la presencia de agentes del Estado de Chile en las zonas extremas desierto de Atacama, Antártica, Isla de Pascua-Rapa Nui y espacio exterior, entre 1976 y 2011.

Esto implica reconocer que los proyectos de infraestructura tienen ciertas condicionantes, además de las sociales y/o burocráticas, en tanto mantienen una fricción permanente con la materialidad a la que pretenden modificar. Es aquí donde cobra relevancia la definición del llamado “Límite de Batería” o “Límite de suministros”, que no es otra cosa que la definición de los alcances y limitaciones de un proyecto en términos de su financiamiento, etapa de desarrollo, área geográfica que debe cubrir, entre otros aspectos que determinan el volumen de trabajo y tiempo de dedicación que demandará. A ello se añade la incógnita acerca de los valores sociales que pudieron influir en esas decisiones.

De esta manera, para cumplir el objetivo general se proponen tres objetivos específicos:

1. Describir los procesos burocráticos del Estado de Chile en su contexto global destinados al estudio de alternativas técnicas, los ensayos e investigación y desarrollo que consideraron o descartaron el uso de energía solar

para su puesta en operación.

2. Analizar la solución tecnológica planteada asociada a la movilidad del conocimiento, sus intermediarios y su mediación, verificando el resultado de las decisiones adoptadas en los procesos burocráticos descritos.
3. Explicar la relación entre los valores sociales y las propuestas técnicas que se desarrollaron según los alcances y limitaciones de su límite de batería de la zona extrema.

7. Fronteras y Gobernanza de tecnologías solares (1976-2011).

7.1.- Desierto.

Atacama puede bien ser considerada una *Hub Global* de las *commodities*⁵². Sus suelos y subsuelos son removidos y se les dispersa por el mundo entero desde el siglo XIX, cada vez en mayor volumen. Como elemento común en las maniobras de operaciones de los procesos de extracción de sales y minerales, se encuentra el problema de la disponibilidad de energía en un área geográfica en la que no existe suministro de hidrocarburos y, por lo tanto, esta fuente de energía debe ser importada.

En ese marco de condiciones ambientales se puede comprender la aparición de dos propuestas de uso de energía solar a gran escala con capacidad de desarrollo industrial: las Pozas solares de Evaporación; y las Centrales solares de Potencia para la generación de electricidad. Unas antes, las otras después, han tenido un lugar de desarrollo en el desierto de Atacama.

7.1.1.- Las Pozas de evaporación solar.

Las Pozas de evaporación solar para la cristalización fraccionaria son una técnica disponible para la producción industrial de la cosecha de sales que se comenzó a implementar a inicios del siglo XX. Para mediados del siglo, esta herramienta llegó a instalarse en el desierto de Atacama, en la localidad de Coya Sur⁵³. Sin embargo, esta experiencia no fue considerada a la hora de expandir las operaciones desde la cosecha de Potasio y Magnesio, fundamen-

52 BUSTOS-GALLARDO, Beatriz; BRIDGE, Gavin; PRIETO, Manuel (2021) "Harvesting Lithium: water, brine and the industrial dynamics of production in the Salar de Atacama", *Geoforum*, vol. 119, 177-189.

53 ARELLANO (2018a).

talmente, a la cosecha de Litio en el Salar de Atacama.

El estudio de las exploraciones de los elementos disponibles en el Salar de Atacama y las propuestas para su extracción documentadas en los Archivos de la Administración del Estado de Chile conectan los últimos tiempos de la democracia republicana de la Constitución de 1925, bajo los gobiernos de Eduardo Frei Montalva y Salvador Allende Gossens, con la dictadura civil-militar que se instauró luego del golpe de Estado del 11 de septiembre de 1973, llegando a 1980 como año crucial en el que la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) enlazara su quehacer con Foote Mineral Co. y sellara un destino para el Litio en los próximos 50 años a través de las pozas de evaporación solar⁵⁴.

Al respecto, gracias al trabajo de investigación de Felipe López⁵⁵, fue demostrado que, en el proceso de constitución del ensamblaje del Complejo Tecno-institucional, actuó el enrolamiento de agentes que integraron el Actor-Red de la industria del Litio con sus componentes administrativos, científicos, técnicos, políticos y militares.

El resultado ha sido la consolidación del uso de la técnica de la cristalización fraccionaria que comenzara en el desierto de Atacama en Coya Sur para la producción de Potasio y Magnesio y cuyas superficies y subproductos del nitrato se han venido expandiendo de manera progresiva desde aquellos inicios en 1948 con la construcción de las primeras cuatro pozas de evaporación solar.

No obstante este éxito técnico en términos de continuidad, habrá de explorarse con mayor detenimiento los potenciales efectos adversos significativos al medio ambiente que genera un proceso de evaporación acelerada en un territorio donde el equilibrio hídrico es en extremo frágil, a lo que se debe añadir la observación que en la década de 1960 hacía el ingeniero Julio Hirschmann Recht⁵⁶ acerca de la pérdida total del calor latente⁵⁷.

En las ideas de la utilización de energía solar que le sitúan inmediatamen-

54 ARELLANO (2021) "Energía solar y litio: génesis de las relaciones técnicas del antropoceno con las salmueras de Atacama y Tarapacá (1973-1989)", *Diálogo Andino*, en prensa.

55 LÓPEZ, Felipe (2021) *Un salar convertido en Poza. Caso del ensamblaje sociotécnico de las Pozas de evaporación solar en el litio (1974-1980)*, tesis para optar al grado de Magister en Ciencia, Tecnología y Sociedad por la Universidad Alberto Hurtado, Santiago de Chile.

56 ARELLANO, Nelson (2014b) "Para bien de la humanidad: Julio Hirschmann Recht (1902-1981) y la energía solar en Valparaíso, Chile", *Historia* 396, 4(1), 11-34.

57 HIRSCHMANN, Julio (1961) "A solar energy pilot plant for northern Chile", *Solar Energy*, 5(2), 37-43.

te como sustentable hay que introducir variables que cuestionan ese estatuto para todas sus líneas técnicas y permiten ver con mayor precisión qué tipo de aporte hace cada dispositivo o herramienta.

7.1.2.- Centrales solares de Potencia.

La búsqueda de producción eléctrica con la cosecha de energía solar ha sido un campo de interés que tiene dos grandes canalizaciones: la fotoelectricidad, es decir, los sistemas fotovoltaicos y su concepción de caja negra, y la termoelectricidad, donde existe una transición física desde la concentración de radiación en un punto donde es posible generar un proceso de activación física como es, por ejemplo, calentar agua, convertirla en vapor y movilizar así una turbina. Los principios del motor solar ya fueron aplicados en el siglo XIX por John Ericsson, Augustin Mouchot y Abel Pifre, solo por citar algunos ejemplos⁵⁸.

En la década de 1970 el investigador Félix Trombe era la figura más destacada en la experiencia del horno solar para la fundición de metales de tierras raras en Odeillo, Francia⁵⁹. Trombe estuvo de visita en Chile y, al alero del Battelle Institute, encabezó la formulación de una propuesta en la que emergieron las Centrales Solares de Potencia como nodo central de una red de producción y distribución de energía eléctrica en el desierto de Atacama⁶⁰. El informe consigna que el encargo a Battelle, Ginebra, estuvo en manos de un grupo de trabajo integrado por J. Fournier, como jefe de proyecto, G. Capitaine, J. J. Derouette, G. Goertz, D. Gross, J. Katzarkoff y P. Sporli y concluyen que: "Chile es la mejor región del mundo para una aplicación concreta a corto plazo de la energía solar"⁶¹.

Esta propuesta, sin embargo, quedaría en el nivel de ingeniería conceptual y nunca, según se sabe hasta ahora, se realizó algún intento de prototipo o investigación de desarrollo para este tipo de tecnología. Valga comentar que experiencias pioneras de este tipo se realizaron en Europa en la década de

58 HAGEMANN, E. R. (1962) "RH Goddard and solar power 1924-1934", *Solar Energy*, 6(2), 47-54.

59 TROMBE, Félix; VINH, Albert Le Phat (1973) "Thousand kW solar furnace, built by the National Center of Scientific Research, in Odeillo (France)", *Solar energy*, 15(1), 57-61.

60 ARELLANO (2018b).

61 BATTLE (1976:310) *Estudio de factibilidad de Centrales de Potencia en el norte de Chile*, Battelle Centre de Recherche de Gêneve (Suiza).

1980: la Central Solar Themis⁶² en Francia y Eurelios en Italia⁶³. Tal como lo destaca Yves Bouvier en su excelente capítulo, el italiano Luigi Noè concluyó en un documento de 30 páginas que las acciones emprendidas en el dominio de la investigación no podían paliar la ausencia de una política industrial en materia de energía solar⁶⁴.

Esta misma situación se mantenía en Chile hasta ya entrado el siglo XXI, cuando el rediseño de la institucionalidad de la producción, transmisión y distribución de energía eléctrica abrió la puerta a la cosecha de energía solar tanto en termosolar como en fotovoltaica.

Las leyes número 20.257, de 2007, y 20.698 de la República de Chile incidieron en la capacidad de concretar proyectos como los que ya se visualizaron en la década de 1970 y con los que nunca se persistió o brindaron condiciones apropiadas de Investigación y Desarrollo.

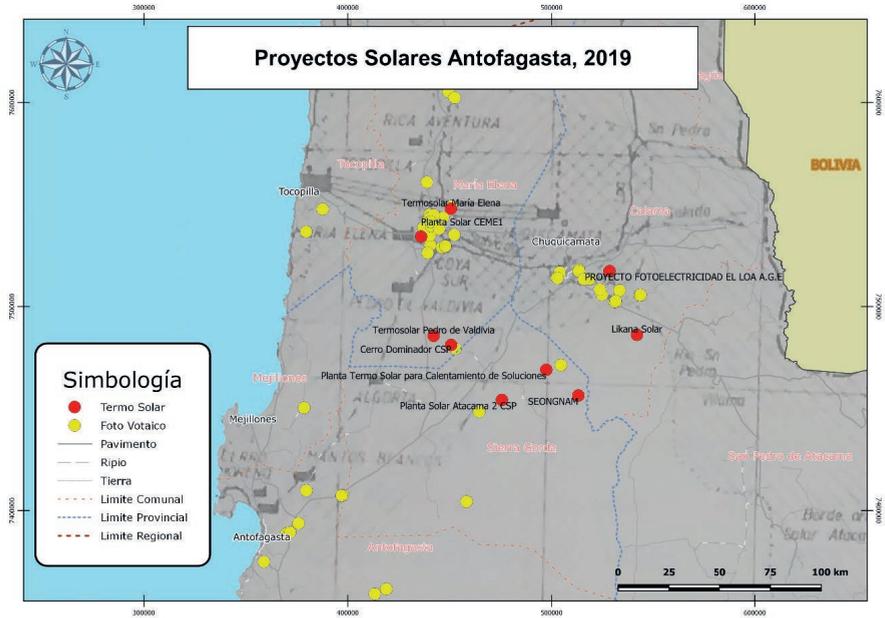
Como se ve en la Figura 1, la superposición de la propuesta de Félix Trombe en 1976 con el diseño de instalaciones en 2019 nos señala las mismas zonas. No obstante ello, tal como en el caso de las Pozas de Evaporación Solar de Coya Sur y las de Salar de Atacama, no hubo conexiones o procesos de continuidad entre las diferentes propuestas.

62 BONDUELLE, B.; RIVOIRE, B.; FERRIERE, A. (1989) "La centrale expérimentale Thémis: bilan et perspectives", *Revue de physique appliquée*, 24(4), 453-461.

63 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.

64 BOUVIER (2016:247).

Figura 1: Proyectos solares región de Antofagasta 1976 y 2019.



Fuente: Paolo Alarcón González⁶⁵, en base a BATTELLE (1976), MINISTERIO DE ENERGÍA (2020) y ACERA (2020).

De cualquier manera, a diferencia de la trayectoria de las pozas solares, donde los diseños de ingeniería para el Salar de Atacama descartaron tener relación con los dispositivos de Coya Sur, pero sí asumieron similitudes con procesos de cristalización fraccionaria en otros lugares del mundo, en el caso de las Centrales de Potencia habría un caso más cercano a la duración intermitente en tanto la concepción del dispositivo se reiteró en dos momentos sin alguna continuidad evidente entre ambos.

⁶⁵ ALARCÓN, Paolo (2020) "Los mitos de la energía en el debate legislativo. Centrales solares de potencia y apertura tecnoinstitucional", comunicación en el Taller *Desarrollos y Naturalezas*, en NIDAS de la Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Jueves 15 de octubre de 2020, disponible en <https://nidas.cl/taller-desarrollos-y-naturalezas/>

7.2.- Antártica.

La historia antártica ha sido materia de interés⁶⁶. Una parte significativa de estos acontecimientos se ligán sin dudas a la historia militar, aunque el Tratado Antártico es explícito en permitir allí solo las actividades con fines científicos; para Chile ha habido una importante presencia de la Armada⁶⁷ y del Ejército⁶⁸. Sin embargo, en estas aproximaciones, al parecer, el problema de la energía no tuvo un lugar relevante, a pesar de las exigencias que se imponen para el control sobre los efectos antrópicos en ese continente.

Nuestra exploración comenzó gracias al testimonio del arquitecto escocés residente en Valparaíso, Pol Taylor, que resultó seminal para conocer la visión técnica integral que consideró alternativas de suministro energético para la base Polar FACH, bautizada por Taylor como Ilaia, palabra Yámana que equivale en castellano a: lugar más al sur que el sur. Las labores de diseño de la base polar de la FACH y sus 240 m² habitables han sido descritas⁶⁹. Diseñada en 1998 se trataba de uno de los asentamientos más australes del mundo. Todo lo que se transporta hasta allí debe ser sacado desde la Antártica. No obstante, un elemento no puede ser confinado ni transportado, como es la producción de CO₂ del generador JP1, con combustión de hidrocarburo, con el cual se produce electricidad. Taylor⁷⁰ ha señalado que pruebas preliminares con paneles fotovoltaicos brindaron promisorios resultados y, aún más, la base cercana Adventure Network International, posteriormente Antarctic Logistics & Expeditions, utiliza energía solar para sus requerimientos eléctricos.

En el tiempo, aunque se produjo una reorganización de esta Base que fue rebautizada y relocalizada como Glaciar Unión, manteniendo la latitud que la

66 LEÓN WÖPPKE, Consuelo; JARA FERNÁNDEZ, Mauricio (2013) "Esbozando la Historia Antártica Latinoamericana", *Encuentros de Historiadores Antárticos Latinoamericanos*, 1999-2011.

67 GARCÍA-HUIDOBRO CORREA, Felipe (2017) "La primera campaña antártica y la fundación de la base soberanía, hitos de nuestra historia polar", *Revista de Marina*, 955, 42-49.

68 VILLALÓN, Eduardo (2013) "El Ejército de Chile, camino al Polo Sur", *Estudios Hemisféricos y Polares*, 4, 3, 211-229.

69 BERNAL, Marcelo; TAYLOR, Pol; VALDIVIA, Francisco. (2015) "Ilaia: Estación Polar Científica Conjunta Glaciar Unión. Antártica, Chile, 2013-2014", *ARQ* (Santiago), 90, 76-79; INACH (2014) "Advances in Chilean Antarctic Science", *Ilaia*, 1, 3-4 <http://www.inach.cl/inach/wp-content/uploads/2014/03/ilaia-1-2014.pdf> ; GALLANTI, Fabrizio (2004) "Architecture in Extreme Environments 1: Antarctica", *Domus*, 870, Sin número de páginas.

70 TAYLOR, Pol (2018) Comunicación Personal, martes 13 de marzo de 2018, Valparaíso.

ubica como una de las tres bases que se encuentran dentro del Círculo Polar Antártico, junto con una de China y la base Polar Amundsen-Scott de los Estados Unidos de América.

Como se ha explicado en detalle en otra publicación⁷¹, la Antártica es una geografía en la que se ha dispuesto una extensa matriz energética en la que hasta la década de 1970 se incluía la energía nuclear, como ocurrió en la base de Estados Unidos McMurdo, tanto como la reciente colonización de los dispositivos fotovoltaicos que van ampliando su posición a juzgar por las acciones y planes de diferentes países para sus bases militares y científicas. Esta investigación y desarrollo en un punto de características tan especiales y excepcionales abre una serie de preguntas y posibilidades cuyos efectos podrían llegar a ser relevantes a nivel planetario⁷². En este sentido es que cabe hacer notar la ausencia del Estado de Chile en esta tendencia.

7.3.- Polinesia.

Rapa Nui, mayormente conocida como Isla de Pascua⁷³, es una isla polinésica ampliamente estudiada desde una gran variedad de campos disciplinarios y otros saberes. Su historia es materia de controversia y, desde 1722, se cuenta con una amplia producción de relatos y narrativas en torno a este hito geográfico⁷⁴.

La distancia del aeropuerto internacional de Mataverí a Lima, Santiago de Chile y Tapeete ronda los 4.000 kilómetros lineales e ilustra de manera contundente la excepcionalidad mundial que implica que esta isla, cuyos vecinos más cercanos se encuentran a miles de kilómetros de distancia, sea un factor de gran relevancia para observar el comportamiento local en el uso energético.

71 ARELLANO, Nelson (2021) "El sol en ilaia. Energía y zonas extremas: los asentamientos humanos en la Antártica (1970-2011)", *Aldea Mundo*, 51, 26, 59-72.

72 BARING-GOULD, E. Ian; ROBICHAUD, Robi; MCLAIN, Kevin (2005) "Analysis of the use of wind energy to supplement the power needs at McMurdo station and Amundsen-Scott South Pole station", *Antarctica* (No. NREL/TP-500-37504), National Renewable Energy Lab., Golden, CO (US).

73 La denominación es traducida al inglés como Eastern Island y al francés como L'île de Pâques. Es interesante la dualidad polinésica entre Rapa Nui y Rapa iti: la isla grande y la isla pequeña.

74 ROJAS, Roberto (2014) "La Musa spp. en la isla Rapa Nui: Estudio sobre botánica etnohistórica", *Etnobiología*, 12(3), 49-56.

La dimensión energética ha sido tema de interés desde distintos ángulos y existe una nutrida literatura que aborda los aspectos técnicos, generalmente escindidos de los componentes sociales, culturales y políticos, no obstante las consideraciones económicas e institucionales. Todavía más crítica es la ausencia de conexiones con los estudios previos en campos de estudio similares o con factores asimilables⁷⁵.

En este sentido es que una historia de la energía en Rapa Nui está pendiente tal como lo podemos desprender de las informaciones disponibles en los Archivos de Administración (ARNAD) del Archivo Nacional de Chile, donde se disponen de los registros de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) que en la década de 1970 exploró las posibilidades de implementar tecnologías de la energía solar en la isla⁷⁶.

Estas derivas, por cierto, no prosperaron. Prevalció la opción por los hidrocarburos, aunque se debe reconocer que la opción eólica tuvo alguna cabida, tal como se aprecia en la fotografía de “El molino, el estanque de agua, las huellas de paso frecuente y las vacas”, junto a un Moai⁷⁷.

Los intentos y pruebas con energía solar también fueron implementados a fines del siglo XX en virtud de la investigación y desarrollo que impulsó el ingeniero Pedro Sarmiento, de la Universidad Técnica Federico Santa María, discípulo de Julio Hirschmann Recht⁷⁸. El hito que aquí señalamos es la construcción de un prototipo de colector solar para calentar agua sanitaria doméstica, cuyo funcionamiento fue testeado en el Liceo de Isla de Pascua. El artefacto, registrado bajo la patente número 36.859 del 5 de diciembre de 1989, estuvo instalado por algún tiempo en la década de 1990 al igual que en Viña del Mar, Quilpué, Curimón y San Pedro de Atacama⁷⁹, y posteriormente

75 DE LA FUENTE, Patricio (2019) *Estudio de Prefactibilidad Técnica Económica de la Implantación de una Planta Fotovoltaica para la Isla De Pascua*, Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de Ingeniero de Ejecución en Gestión Industrial, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

76 Por ejemplo: Archivo Nacional de la Administración (ARNAD) Comisión Nacional de Energía (CNE), Volumen 32, Carpeta 52 “*Notas viaje Isla de Pascua, Dic 1980.*”; ARNAD CNE, Vol. 40, Carpeta 8 “*Posibilidad de Energía Solar y Eólica para Isla de Pascua. Informe Preliminar*”, entre otros.

77 ŠTAMBUK, Patricia (2016) *Iorana & goodbye: una base yanqui en Rapa Nui*, Santiago de Chile, Pehuén, 142. Esta fotografía corresponde a la número 126 del libro y contrasta con la fotografía 193 donde se retratan: “La plata eléctrica (izq.) y algunos galpones y módulos que dejó la USAF en Mataverí” (ŠTAMBUK, 2016:273).

78 ARELLANO (2014).

79 SARMIENTO, Pedro (2018) *Documento de trabajo para el Taller de Historia y Memoria de la*

fue descartado y dejó de ser utilizado.

En el tiempo más reciente, y ante el afianzamiento del capitalismo electrónico, la expansión de la fotovoltaica o, podríamos especular ante la frase acuñada por los promotores de la energía nuclear, “ahora sí, el sol embotellado” o, el modo de cobrar por un servicio ecosistémico gratuito, en Rapa Nui se ha ido integrando la energía solar a una matriz energética que debió ser, desde hace largo tiempo, excepcional dada su condición geográfica en el mundo⁸⁰. No obstante ello, las limitaciones de los diseños de política pública y las carencias en la administración a lo largo de décadas dejan en evidencia el desapego de los deberes del Estado de Chile con respecto a criterios ambientales e interés en el problema de la sustentabilidad⁸¹.

Rapa Nui, que pudo ser un centro de experimentación ejemplar para la sustentabilidad, es un lugar aislado del mundo donde se dependía de los hidrocarburos y cuyos residuos sólidos no solo no contaron con algún sistema de reciclaje o reutilización si no que, además, ha sufrido un sistema de acumulación del tipo vertedero que, como se puede deducir sin necesidad de cálculos matemáticos, es completamente insustentable.

7.4.- Espacio exterior.

Gracias al estudio de Jorge Mujica Urzúa⁸² podemos indicar que, desde 1956, el Observatorio Astronómico Nacional y la Universidad de Chile instruyeron grupos de observación visual de satélites e instalaron estacio-

Investigación y Desarrollo de las Tecnologías de la Energía Solar en Chile contemporáneo, Miércoles 23 de mayo de 2018, Universidad Santa María, sede de Santiago de Chile.

80 MINISTERIO DE ENERGÍA, 9 de Noviembre de 2018: “*Ministra Jiménez inaugura la primera planta de generación fotovoltaica en Isla de Pascua*”, recuperado el 8 de agosto de 2021, <https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ministra-jimenez-inaugura-la-primera-planta-de-generacion-fotovoltaica-en-isla-de-pascua>

81 Es interesante revisar el informe: *Elaboración de propuesta energética para Isla de Pascua*, del Centro de Energía de la Universidad de Chile, dirigido por Rodrigo Palma, entregado al Ministerio de Energía en 2015, con un extenso análisis que incluye factores institucionales en las décadas precedentes, pero no considera los antecedentes de las propuestas previas en las décadas de 1960 y 1970. Informe recuperado el 18 de agosto de 2021 en: <https://biblioteca.digital.gob.cl/bitstream/handle/123456789/545/Elaboracion%20de%20propuesta%20energetica%20para%20Isla%20de%20Pascua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

82 MUJICA, Jorge (2020) “*Ahora vamos a ser la capital astronómica del sur*”: *astronomía y guerra fría bajo la gestión de Federico Rutllant en el Observatorio Astronómico Nacional de Chile (1950-1966)*, Tesis para optar al grado de Magister en Historia por la Pontificia Universidad Católica de Chile.

nes de rastreo de satélites en distintos puntos del país, dos de ellas con la cooperación del ejército de Estados Unidos. La mayor de estas, ubicada en Peldehue, 41 kilómetros al norte de Santiago, se convirtió en 1959 en una estación permanente de la recientemente formada National Astronautics and Space Administration (NASA) para el monitoreo de satélites y telecomunicaciones. La estación NASA-Chile, conocida también como Centro de Estudios Espaciales (CEE), fue operada mediante convenios entre dicha agencia norteamericana y la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y fue la más grande de Sudamérica en su tipo con más de 300 operarios. En 1989 la NASA se retiró de la estación y donó las instalaciones a la universidad. El CEE funcionó en estas dependencias hasta 2008, cuando fueron vendidas a la Swedish Space Corporation, organismo al cual pertenece el centro actualmente.

Esta vinculación del Estado de Chile con el espacio exterior tomó un nuevo alcance cuando comenzó la tentativa de instalar un satélite artificial para lo cual se llegó a desarrollar la zaga FASat que tuvo tres experiencias: Alfa, Bravo y Charlie.

FASat Alfa estuvo orientado al monitoreo de la Capa de Ozono⁸³, pero no llegó a completar su viaje por un fallo en la lanzadera. Luego FASat Bravo logró cumplir 3 años de misión hasta que una falla en las baterías desactivó el satélite. En el caso de Charlie, cuyo nombre original es Sistema Satelital de Observación Terrestre (SSOT), es el tercer artefacto la serie FASat, fue lanzado en diciembre de 2011 desde el puerto espacial de Kourou, en la Guayana Francesa, fue construido por EADS Astrium y ha logrado mantenerse en operaciones hasta el tiempo presente.

El espacio exterior es un lugar interesante para observar los modos de relación de la humanidad con el entorno. En el espacio exterior no hay otra fuente de energía asequible a las tecnologías que no sea la energía solar y, por ello, lo consideramos en este estudio una traza a observar en términos de historia socio-cultural. Hasta donde hemos podido investigar, los satélites artificiales chilenos fueron producidos en calidad de caja negra. Básicamente lo que interesaba era su funcionalidad mientras que su despliegue ha sido

83 UNDERWOOD, C. et al. (2002) "Initial In-Orbit Results from a Low-Cost Atmospheric Ozone Monitor Operating on Board the FASat-Bravo Microsatellite", *Phil. Trans. R. Soc. A.* 361, 71-76; CULHANE, J. L. et al. (2003) "Science and Applications of the Space Environment: New Results and Interdisciplinary Connections", *Philosophical Transactions of the Royal Society. A - Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 361(1802):5-7.

simplemente externalizado o subcontratado. Este modo de relacionarse con la tecnología de la energía solar, que es el mecanismo que permite el funcionamiento de FASat Charlie en el espacio exterior, representa una paradoja en tanto ha sido enviado por un país pionero en la investigación y desarrollo de tecnologías termosolares, pero que, sin embargo, no siguió esa ruta en tecnologías fotovoltaicas. Este es un caso en el que Chile puede considerarse un mero importador de tecnologías.

7.5.- Fronteras interiores: segregación urbana.

Fuera del planteamiento inicial del proyecto de investigación, pero integrado a sus resultados, se encuentra la investigación de Natalia Molina Muñoz acerca del uso domiciliario en vivienda social de tecnologías termosolares⁸⁴. El estudio analizó, a partir de un estudio del caso de una población de vivienda social en la comuna de Maipú⁸⁵, la experiencia de instalación de colectores solares del Programa de Protección al Patrimonio Familiar del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, con el propósito de distinguir los factores que han favorecido la instalación del artefacto, las transformaciones en las prácticas cotidianas, y la relación entre esta experiencia en el barrio.

El análisis de los resultados dio cuenta de un proceso sociotécnico en el que participan factores artefactuales, sociales, jurídicos, económicos e históricos. Aquí nace una reflexión necesaria acerca de la energía solar como bien común y el papel de la política pública en el acceso a su uso y disfrute a nivel domiciliario. El estudio, además, logró reconocer la instalación de colectores termosolares como práctica social al evidenciar los tres componentes que la caracterizan: el conocimiento, la materialidad y el sentido.

84 MOLINA MUÑOZ, Natalia (2020) *Colectores Solares en Chile y Políticas Públicas: Análisis Sociotécnico y Socioambiental para un estudio de caso en la comuna de Maipú*, Tesis para optar al grado de Magister en Desarrollo Sustentable por la Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Santiago de Chile.

85 Se designa como vivienda social aquella que define el artículo 6.1.2 de Ordenanza de Urbanismo y Construcción (OGUC) en tanto vivienda económica. La literatura acerca de vivienda social es abundante; para referencias ver MOLINA MUÑOZ (2020). Aquí podemos indicar que la Vivienda social es una respuesta que el Estado de Chile ha entregado desde el siglo XX a los sectores populares, principalmente aquellos con capacidad de organización colectiva y de un mínimo de ahorro, que se da en paralelo al más masivo movimiento autónomo de Autoconstrucción de vivienda; al respecto ver, por ejemplo: ARELLANO, Nelson (2005) "Historia local del acceso popular al suelo. El caso de la ciudad de Viña del Mar", *Revista INVI*, 20(54), 56-84; OSSUL-VERMEHREN, Ignacia (2018) "Lo político de hacer hogar: una mirada de género a la vivienda autoconstruida", *Revista INVI*, 33(93), 9-51.

Un hallazgo interesante del estudio fue el diseño de la política pública con un *lock-in* tecnoinstitucional que impide a las familias habitantes de vivienda social contar, al mismo tiempo, con uso de energía termosolar y fotovoltaica en tanto el acceso a un artefacto impide el acceso al otro.

Natalia Molina Muñoz constató, a través de un informe del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, que entre 2011 y 2017 se entregaron 36.798 subsidios en 13 de las 15 regiones administrativas de Chile, lo que no alcanza a representar ni el 1% de las viviendas en Chile, siendo las regiones de Antofagasta, el Maule y Los Ríos las únicas que superan el 1% de las viviendas en sus respectivas geografías.

Estos datos indican la constitución de una frontera interior en Chile en el acceso al servicio ecosistémico común de la radiación solar, que se encuentra segregado para distintos grupos sociales, en virtud de la dotación de implementos técnicos habilitados para ello. El antiguo adagio campesino, que dice: “El sol sale para todos”, debe ser matizado con el otro que dice: “todos tenemos los mismos derechos, pero no tenemos derecho a las mismas cosas”.

8.- La trayectoria de las tecnologías solares: descarte, intermitencia y éxitos.

El recorrido, que podemos puntualizar comenzó hace 10 años, en 2011, con la publicación de los primeros resultado de investigación acerca de la industria desaladora solar de Las Salinas⁸⁶, nos revela que efectivamente había una historia de la tecnología que no había sido abordada y esclarecida.

Después de tres fases de investigación que permitieron entroncar los siglos XIX, XX y XXI, podemos ver los primeros atisbos de una trayectoria en la que un amplio número de memorias sueltas han ido pudiendo relacionarse e interconectarse. Comienza a surgir una memoria emblemática que pone en valor la dedicación, interés y perseverancia de personas, agrupaciones e instituciones que desde el último cuarto del siglo XIX prestaron atención o frontalmente se dedicaron al estudio e implementación de las tecnologías de la energía solar. Como se pudo constatar, todo el devenir nació en un proceso de internacionalización y actividad local-global que conectó los distintos

86 ARELLANO-ESCUADERO, Nelson (2011) “La planta solar de desalación de agua de Las Salinas (1872). Literatura y memoria de una experiencia pionera”, *Quaderns d’Història de l’Enginyeria*, XII, 229-251.

nodos del Actor-Red en condición transfronteriza, tanto de norte a sur como de oriente a poniente.

Hemos distinguido cuatro momentos de la historia evolutiva, en clave de George Basalla, que, teniendo un origen anterior, se asienta en el desierto de Atacama como primer sitio de aplicación industrial de la energía solar en el mundo desde 1872 hasta la primera década del siglo XX. Ocurrió aquí el primer evento de descarte artefactual para la desalación solar, además de los descartes de invención cuyos prototipos habían demostrado viabilidad, como el motor de Ericsson o la imprenta de Pifre, además de varios otros⁸⁷.

Pero la intermitencia también estuvo presente. Desde mediados del siglo XX, los esfuerzos de la Universidad Santa María, Universidad del Norte, Universidad Chile y Universidad de Concepción fueron agentes para el impulso de estudio de prototipos, del mismo modo que sucedía en decenas de laboratorios y universidades del mundo. En Chile, la conjunción de la Academia, el Estado y la Industria sustentó unas aproximaciones iniciales que, conectadas con la red global de investigación y desarrollo, consiguieron un desarrollo técnico endógeno y las orientaciones para una planificación a largo plazo. Es lo que observamos con la propuesta de Battelle Institute para las centrales solares de potencia, que no tuvo relación con la implementación de las centrales solares del siglo XXI, aunque se asientan en las mismas bases conceptuales.

A su vez, en el ámbito domiciliario, la dotación de tecnologías termosolares fue una experiencia intermitente en la que todo el sistema en la década de 1960 logró llevar los prototipos de la terraza de la Universidad Santa María a un artefacto para la venta a través de la empresa SOMELA y que el Estado, a través de ENDESA, evaluara los beneficios económicos de implementar masivamente esta técnica para calentar agua sanitaria doméstica. Este desarrollo, no obstante, cesó su despliegue en 1973, dado el giro radical de los acontecimientos que pusieron fin al gobierno de la Unidad Popular, en suspensión la era republicana y la habilitación de una dictadura civil-militar donde el régimen de subsidiariedad no solo reemplazó las lógicas anteriores de investigación y desarrollo, sino que, además, cambió las prioridades.

Es justamente aquel giro social y político en Ciencia y Tecnología el que

87 JONES, Geoffrey (2017) *Profits and sustainability: A history of green entrepreneurship*, Oxford University Press; JONES, Geoffrey (2018) *Varieties of green business: Industries, nations and time*, Edward Elgar Publishing.

se conecta con el éxito o continuidad de las tecnologías solares donde el caso destacado es el de las pozas de evaporación solar. Desde ya se reconoce que, entre la experiencia de Coya Sur y Salar de Atacama, no hubo entronque conocido hasta ahora. A pocos kilómetros de distancia, una y otra experiencia tuvieron historias paralelas pues, a pesar de la larga experiencia acumulada desde 1948 en Soquimich, la lógica dictatorial entregó a la inversión extranjera las condiciones necesarias para que iniciara el proceso de cosecha de Litio luego de las experimentaciones a cargo de profesionales y funcionarios chilenos. Sin embargo, desde el punto de vista de la continuidad, también se debe resaltar que las pozas de evaporación solar de Coya Sur, en sus más de 70 años de funcionamiento, han más que duplicado su superficie y muchas otras faenas de cosecha de sales y minerales como subproductos del nitrato chileno han sumado pozas de evaporación solar a su proceso productivo.

Las distintas trayectorias de las técnicas, todas en operación gracias a la radiación solar, dejan en claro la complejidad del estudio de la evolución de la tecnología y muestran la participación de los factores culturales, en especial de los valores sociales del modelo de Basalla, en los resultados de ese recorrido.

Los principios del régimen tecnocrático, sumados a los mitos acerca de la energía, configuran un cuadro de claroscuros en los que la energía solar ha transitado desde la ineficiencia a lo imprescindible, portando con sí incluso técnicas que no han sido suficientemente evaluadas en su impacto ambiental, ya sea por el uso de suelo o por los requerimientos hídricos, además de la eficiencia termodinámica.

En este ámbito de la encrucijada eco-económica aparecen las escalas interseccionadas y se aprecia la injerencia del capitalismo en el proceso reciente de expansión de las tecnologías de la energía solar gestionando, por ejemplo, la regulación que afectaba el *lock-in* de las tecnologías de los hidrocarburos y produciendo el *lock-out* técnico, manteniendo el *lock-in* de los usuarios. El complejo tecno-institucional ha logrado embotellar el sol gracias a una caja negra donde el uso y goce del servicio ecosistémico es un nuevo bien de consumo.

La investigación acerca de la gobernanza de tecnologías solares en zonas extremas, vista como fronteras Solares en el caso de Chile, es decir, Desierto, Antártica, Polinesia y Espacio exterior en el periodo de 1976 a 2011 ha permitido:

1. Conocer el pasado reciente de la trayectoria evolutiva de las tecnologías de la energía solar en el mundo occidental, identificando actantes de un

actor-red de trama densa que en los siglos XIX y XX demostraron viabilidad de estas tecnologías. En el caso de Chile, se ha visto cómo el Estado, con sus procesos burocráticos, hizo intentos por integrar algunas tecnologías a sus procesos, pero sus propias lógicas externalizaron la producción de métodos, incluso en situaciones en las que la tecnología ya se encontraba presente. Desde el mundo académico se ofrecieron alternativas, pero esa investigación y desarrollo no fue fomentada ni por el Estado ni por el mercado, generando descarte y, en algunos casos, duración intermitente.

2. La solución tecnológica aportada por herramientas apropiadas para la cosecha de radiación solar estuvo presente en Chile desde el siglo XIX y este movimiento persistió en una magnitud y focalización diferente en el último cuarto del siglo XX. En el tiempo de la dictadura civil militar, la concepción administrativa implementó la tesis de la tecnología como caja negra importada y recibió las propuestas de ingeniería conceptual cuya activación se habían producido con anterioridad, sin llegar a implementarlas. No fue sino hasta el siglo XXI que se produjo el *lock-out* del Complejo Tecno-institucional que permitió la apertura a las tecnologías termosolar y fotovoltaica, pero, todavía, con severas restricciones que no fomentan la democratización de los artefactos y herramientas.

3. Se ha podido comprender, gracias al estudio de la relación entre los valores sociales y las propuestas técnicas que se desarrollaron según los alcances y limitaciones de su límite de batería de la zona extrema, que el movimiento tecnocrático (como parte de la doctrina de la solución tecnológica) se ha manifestado de acuerdo a las tendencias del momento en un país en extremo sensible a las opciones ideológicas de la gobernabilidad. En este sentido, persiste la paradoja de una cultura local que dispone de un servicio ecosistémico generoso, de agentes con el conocimiento apropiado, de cuatro hitos en su historia técnica en 150 años y que, sin embargo, no llega a masificar su uso. Se aprecia un apego relevante a los mitos de la energía que nos plantea George Basalla y que se ha podido pesquisar desde ingenieros británicos del siglo XIX hasta agencias del Estado en Chile en el siglo XXI. No obstante ello, en todo momento ha sido posible pesquisar la persistencia en la convicción de ciertos individuos y agrupaciones acerca de la contribución de las tecnologías capaces de cosechar la radiación solar.

Este análisis abre la puerta a varias zonas de indagación que permitan refinar la comprensión de la deriva del acaecer de unos acontecimientos que, por su naturaleza y también por el imaginario de la solución tecnológica y

los mitos acerca de la energía, no tuvieron la incidencia o el reconocimiento que se le otorga a las invenciones arropadas por el discurso de la modernidad revolucionaria. El proceso co-evolutivo de las tecnologías de la energía solar, que requiere una conciencia de límites del uso de la energía en su segunda ley de la termodinámica, es un fenómeno todavía en desarrollo.

9.- Apostilla: Una prospectiva para la energía solar.

El proceso de investigación abierto en 2010 ha dotado de una amplia variedad de informaciones y datos que no habían sido de interés para la historia de la tecnología o que se había elaborado con el sesgo del hemisferio norte. Otras investigaciones están contribuyendo a ampliar la geografía de investigación, como el trabajo de Jean Geacit en África occidental⁸⁸.

El caso chileno tiene todavía una gran cantidad de información que aportar para la comprensión del proceso mundial de circulación del conocimiento y la materialidad de los modos de cosecha de radiación solar. En ello, el estudio de la trayectoria dibuja un camino sinuoso en el que incluso la concreción de grandes proyectos de ingeniería no garantizó el éxito o continuidad de la técnica, como tampoco los diseños de política pública o esfuerzos de la industria.

En el tiempo presente la agenda pública sostiene una imagen de innovación para unas tecnologías que ya tienen larga data, múltiples ensayos, gran cantidad de fracasos y algunos éxitos, pero desconociendo o no vinculando aquel devenir con el tiempo presente. Esto intenta dibujar un futuro asegurado y una proyección revolucionaria del momento actual. Sin embargo, la persistencia de los fundamentos económicos de la concentración de capital y la lógica del suministro vía concesiones a empresas privadas, además de la desregulación del uso de las aguas, son amenazas de carácter ambiental que convierten a la energía solar en un nuevo petróleo, lo que es afín a la metáfora de *The Washington Post* acerca del Desierto de Atacama, y Chile con él, como la Arabia Saudita solar⁸⁹. Subyace aquí la concepción de la cosecha

88 GECIT, Jean (2020) *Les énergies nouvelles en Afrique de l'Ouest: des recherches scientifiques aux défis industriels (1960-1987)*, Thèse de doctorat en Histoire moderne et contemporaine, Sorbonne université.

89 MIROFF, Nick (2017) "'A solar Saudi Arabia'. While Trump promotes coal, Chile and others are turning to cheap sun power", Photos by Tamara Merino, Video by Jason Aldag, *The*

de energía como una batería o una pila. No se trata de un cambio cultural, sino meramente del reemplazo de la fuente: una auténtica transición en la que continuamos a la espera de una solución verdaderamente conveniente.

Mientras las tecnologías de la energía solar sean tratadas como una herramienta extractiva de recursos, como plantea la lógica de la modernidad en su economía de acumulación de capital o la versión centralizada en la administración, no habrá la sustentabilidad que se pregona porque, en el caso de la radiación solar, su mayor utilidad para la crisis climática se alcanzará cuando su uso y goce sea lo bastante democrático como para que el sol salga para todos y todas por igual.

Washington Post, March 31; recuperado el 23 de agosto de 2021 en:
https://www.washingtonpost.com/sf/world/2017/03/31/while-trump-promotes-coal-other-countries-are-turning-to-cheap-sun-power/?utm_term=.26dd1edea9d1