



# **Perspectivas de desarrollo de la Energía Solar en Chile SERC como caso de estudio**

*Tesis para optar al grado de Magíster en Análisis Sistemico Aplicado a la  
Sociedad*

**Proyecto desarrollado mediante la Beca de Capital Humano Avanzado del  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICYT**

**Diciembre 2015**

**Estudiante: Rodrigo Romero R.**

**Profesor Guía: Andrés Gómez S.**

## **Resumen**

Se presenta en este informe de Tesis un análisis de las perspectivas de desarrollo de la Energía Solar observadas en el Solar Energy Research Center (SERC), en específico aquellas relacionadas con los ámbitos de Ciencia y Tecnología, Mercado y Políticas Públicas. Para ello, y a partir de metodologías cualitativas, se desarrollaron redes semánticas asociadas a cada ámbito señalado, indagando en las formas de procesamiento usadas por miembros del SERC para tratarlos. A partir de ello, se muestra el surgimiento de distintos niveles de complejidad en las formas de abordar el fenómeno y su incidencia en el proceso de estabilización de la Energía Solar en nuestro país, relevando el papel que el concepto de perspectiva tiene en la configuración del emergente campo solar en nuestro país.

**Palabras Claves:** Redes Semánticas, Perspectivas de desarrollo, Energía Solar, Campos Emergentes, Solar Energy Research Center.

## Contenido

Agradecimientos .....	6
Capítulo I: Presentación. ....	7
Energía Solar y SERC como caso de estudio.....	7
Capítulo II. Antecedentes.....	10
Energía en la Sociedad Contemporánea .....	10
Energía y Crecimiento .....	10
Consumo energético .....	11
Situación de los combustibles fósiles.....	13
Energías Renovables No Convencionales.....	15
Características de la Energía Solar .....	16
Barreras a la Energía Solar .....	17
Elementos para el análisis nacional .....	20
Proyecciones en la Matriz Energética nacional.....	21
La Triple Hélice .....	23
Solar Energy Research Center .....	25
Condiciones de contorno en nuestro país .....	28
Capítulo III. Problema de investigación.....	30
La Energía Solar en Chile como tema de estudio científico .....	30
Configuración del problema de estudio.....	32
Objetivo general.....	32
Capítulo IV. Programa de observación.....	33
Elementos Conceptuales.....	33
Concepto de perspectiva.....	34
Concepto de Semántica .....	36
Perspectivas científicas .....	39
Vinculación entre perspectivas de desarrollo en Energía Solar y mercado.....	41
Vinculación entre perspectivas de desarrollo en Energía Solar y Políticas Públicas.....	42
Co-evolución de perspectivas: complejidad y acoplamientos .....	43
Controversias científicas .....	45

Capítulo V: Aproximación Metodológica .....	47
Enfoque para-etnográfico .....	47
Técnicas aplicadas .....	49
Diseño muestral .....	50
Observaciones directas .....	52
Documentos utilizados.....	53
Procedimientos de análisis utilizados .....	53
Capítulo VI: La Ciencia y Tecnología de la Energía Solar en las perspectivas de SERC.....	55
Red Semántica Ciencia y Tecnología N°1 “Redes y líneas de investigación en Energía Solar” .....	57
Red Semántica Ciencia y Tecnología N° 2 “Ciencia pública y comunidades” .....	64
Red Semántica Ciencia y Tecnología N°3 “Emergencia de la Ciencia y Tecnología Solar” .....	69
Perspectivas de desarrollo Científico Tecnológica de la Energía Solar en SERC .....	75
Sobre la Red Semántica “Redes y líneas de investigación en Energía Solar” .....	75
Sobre la Red Semántica “Ciencia pública y comunidades” .....	77
Sobre la Red Semántica “Emergencia de la Ciencia y Tecnología Solar” .....	79
Capítulo VII: El mercado de la Energía Solar en las perspectivas de SERC.....	80
Red Semántica Mercado N° 1“Perspectiva conservadora” .....	82
Red Semántica Mercado N°2 “Perspectiva progresista” .....	90
Perspectivas de desarrollo del Mercado de la Energía Solar en SERC .....	97
Sobre la Red Semántica “Perspectiva conservadora” .....	97
Sobre la Red Semántica “Perspectiva progresista” .....	99
Capítulo VIII: Las Políticas Públicas de la Energía Solar en las perspectivas de SERC .....	101
Red Semántica Políticas Públicas N°1 “Participación” .....	103
Red Semántica Políticas Públicas N°2 “Macro-política” .....	108
Perspectivas de desarrollo de las Políticas Públicas en Energía Solar presentes en SERC.....	112
Sobre la Red Semántica “Participación” .....	112
Sobre la Red Semántica “Macro-Política” .....	113
Capítulo IX: Conclusiones Generales.....	115
Sobre los Campos emergentes.....	116
Sobre las Controversias.....	118

Capítulo X: Bibliografía .....	119
--------------------------------	-----

### **Índice de Tablas**

Tabla 1. Consumo Mundial de Fuentes energéticas entre 1973 y 2011 .....	12
Tabla 2. Fuentes de generación eléctrica a nivel global año 2012 .....	13
Tabla 3. Tipología de barreras a la Energía Solar a nivel global ( Timilsina et al 2012).....	18
Tabla 4. Matriz energética chilena año 2013 .....	22
Tabla 5. Categorías utilizadas para diseño muestral.....	51

### **Índice de Redes Semánticas**

Red Semántica 1. Redes y Líneas de Investigación. (Dimensión Ciencia y Tecnología) .....	56
Red Semántica 2. Ciencia Pública y Comunidades (Dimensión Ciencia y Tecnología).....	63
Red Semántica 3. Emergencia de Ciencia y Tecnología Solar en Chile. (Dimensión Ciencia y Tecnología) .....	68
Red Semántica 4. Perspectiva Conservadora. (Dimensión Mercado).....	81
Red Semántica 5. Perspectiva Progresista. (Dimensión Mercado) .....	89
Red Semántica 6. Participación. (Dimensión Políticas Públicas) .....	102
Red Semántica 7. Aspectos Macro-Políticos. (Dimensión Políticas Públicas) .....	107

## **Agradecimientos**

A mi familia grande, a Nicole, a mis amigos...

A los profesores y funcionarios del MASS y de la Facultad, a CONICYT por su apoyo económico.

A las personas que amablemente participaron de esta investigación y a SERC Chile.

Al Hermano Sol.

## **Capítulo I: Presentación.**

### **Energía Solar y SERC como caso de estudio**

La Energía Solar es un ámbito de estudio de especial relevancia en la sociedad contemporánea, dado su alto potencial de desarrollo energético y el papel que, a partir de esto, puede cumplir en distintos ámbitos sociales, tanto a nivel global como nacional. En este sentido, la observación de aspectos socio-culturales vinculados a ella se vuelve sumamente relevante, considerando tanto la escasez de investigaciones en la materia como las complejidades que ésta presenta, propias de un campo tecnológico en proceso de estabilización y que por tanto está sujeto a transformaciones, tensiones y conflictos de diversa índole. En este sentido, profundizar en aquellos aspectos que permiten comunicar socialmente los elementos que en él intervienen resulta pertinente, más todavía cuando ocurren en una sociedad en pleno proceso de transformaciones, como es la chilena, siempre en *transición a, en vías de, en camino hacia*. Así, establecer un foco de observaciones en la materia, como se pretende realizar en esta investigación con el Solar Energy Research Center (en adelante SERC), permite dar cuenta de algunos de los elementos involucrados, en este caso observados en su dimensión semántica, que tanto dan cuenta de lo que ocurre al interior de la “caja negra” de una organización, como permiten vislumbrar procesos de carácter más general, asociados a interacciones entre Sistemas Funcionales y Organizaciones, entre otros.

En concreto, dado el contexto en que emerge el campo de la Energía Solar, es posible observar como las interacciones entre los Sistemas Científico, Político y Económico son el marco que permite delinear sus trayectorias en la sociedad contemporánea, por lo que hacer uso de conceptos tanto de “gran” como de “medio” alcance resulta necesario. De otro modo, se corre el riesgo de invisibilizar

uno de los aspectos en juego: el nivel de la organización (“micro”) o su relación con los comportamientos sistémicos (“nivel macro”), y eso es justamente lo que se ha intentado hacer, tanto en el aspecto teórico como en el metodológico. Si bien SERC es una organización de alcance limitado, al situarse en un ámbito complejo y dinámico como es la Energía Solar, sus operaciones y proyecciones adquieren una relevancia que es sumamente interesante de ser investigada por la perspectiva socio-antropológica, y es en esa sintonía que se presenta esta investigación.

Teniendo esto en consideración, es pertinente señalar cuál será el foco de la investigación. Como se dijo, la Energía Solar es un campo emergente, por lo que tanto las organizaciones en ella implicadas como los conceptos o perspectivas de desarrollo con las que es observada son aún un tema *en formación*, cuyo desarrollo, bastante luminoso según la prensa, personeros políticos y expertos, constituye un fenómeno que no ha sido indagado en profundidad. Con perspectiva de desarrollo se hace referencia entonces a preguntas tales como: ¿qué lugar debe jugar la Energía Solar en nuestro país? ¿Quiénes deben participar de su desarrollo y de qué maneras? ¿Cómo se vincula la Energía Solar con las dinámicas generales del país, tanto científicas como políticas y económicas? En suma, la cuestión que motiva este proyecto es observar las macro dinámicas que desde la observación particular de SERC configurarán, o debieran hacerlo, la trayectoria de la Energía Solar en Chile, teniendo en cuenta la vinculación temporal entre la actualidad (en que se enuncia las perspectivas) y el futuro al que están orientadas.

Estas preguntas pretenden ser respondidas mediante la exploración de las semánticas que al interior de SERC están presentes a la hora de referirse a los puntos en cuestión. Es decir, se observarán las semánticas como los elementos que constituyen las perspectivas, dándoles un contenido específico y formando el material que será analizado. Del mismo modo, se analizarán las asociaciones y flujos entre semánticas, observándolas en su condición de Red. Para ello, se

recopilarán documentos y entrevistas, que serán usados como los “datos” de la investigación.

Delineada esta cuestión central, es importante considerar que SERC es una organización de características particulares, destacando la de constituirse en un organismo académico interdisciplinario e inter-universitario específicamente centrado en este tema. Aspecto que lo hace una instancia privilegiada para observar el fenómeno desde una perspectiva científica, pero cuyos alcances no necesariamente quedan restringidos a esa esfera de la sociedad. A su carácter único, su alta concentración de expertos en la materia y el alcance de sus líneas de investigación, se le agregan dos elementos que enriquecen el análisis: su configuración en red y el hecho de que surge como una iniciativa respaldada por FONDAP (Fondo de financiamiento de Investigación en Áreas Prioritarias), lo que permite observar vinculaciones inter-sistémicas (sistema científico y sistema político, por ejemplo), cuestiones que están implicadas en la construcción del objeto de estudio y que son relevantes para comprender la forma que adquiere la investigación.

A partir de la información presentada, se espera generar una descripción del contenido semántico de las perspectivas de SERC, resaltando sus aspectos de interacción con los sistemas político y económico y su carácter clave en la constitución del emergente campo de la Energía Solar en nuestro país.

## **Capítulo II. Antecedentes**

### **Energía en la Sociedad Contemporánea**

Para comprender el problema de investigación presentado es fundamental dar cuenta de cuestiones generales sobre la temática de la Energía en la sociedad actual y el lugar que las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) han adquirido en las últimas décadas, centrándonos en la Energía Solar. Así, en este apartado se procede a realizar una descripción general de la situación energética global y nacional, así como del lugar que adquieren las ERNC en dicho contexto. Posteriormente, se señalan aspectos relevantes del caso en estudio y de cómo se articulan ambos niveles.

### **Energía y Crecimiento**

La sociedad contemporánea ha organizado prácticamente la totalidad de su desarrollo material en base al uso de energías fósiles, principalmente petróleo, gas y carbón. El uso de dichos elementos ha probado ser un mecanismo altamente efectivo para aumentar los índices de progreso material, especialmente en aquellos países denominados “en vías de desarrollo”. De hecho, se asume que las tasas de crecimiento económico son prácticamente lineales con las tasas de demanda de energía fósil, principalmente petróleo, y que el PIB *per cápita* tiene una correspondencia casi lineal con el consumo de energía *per cápita* (Ferrari 2013). En este sentido, se plantea que el desarrollo socio-económico de países como Chile está íntimamente ligado a un consumo mayor de energía (Pastén 2012), especialmente en cuanto a aquellos sectores productivos que requieren ingentes cantidades de energía a precios bajos, tales como el sector minero. El coeficiente de esta relación fue señalada por Kraft y Kraft (1978, citado por Barreto y Campo 2012), quienes indicaron que la acumulación de capital tiene relación

directa con la disponibilidad de fuentes de energía, lo que a su vez repercute en la función de producción de una economía (Barreto y Campo 2012). Puntualmente, para el caso chileno, se espera que el consumo de energía aumente a tasas del orden del 5% anual (O’Ryan 2008). Este consumo intensivo de energía debe entenderse, en el plano de la economía de mercado, como un consumo de energías competitivas, es decir, que su adquisición y producción sea lo más barato posible. En el caso de las energías fósiles, la reducción del valor se produce porque no existen mecanismos adecuados de internalización de sus costos por parte de los usuarios (mayormente, empresas), especialmente en cuanto a emisiones de gases contaminantes y polución de suelos y agua (OCDE 2013). Es decir, no existen regulaciones impositivas al uso de energías fósiles, por lo que la contaminación asociada, al generar importantes efectos no contabilizados en el “gasto” (por ejemplo, en salud), resulta barata.

### **Consumo energético**

De acuerdo a lo anterior, el incremento en el consumo de energía, asociado a un aumento general de producción y consumo de bienes a nivel global, resulta ser uno de los elementos claves en el debate en la materia. En términos concretos, este aumento significó el paso de un consumo total mundial de 4674 MTOE (Million Tons of Oil Equivalent/Millón de Tonelada equivalente de petróleo, por su acrónimo en inglés, unidad de energía equivalente a 11630000000 Kilowatts/hora) en el año 1973 a 8918 MTOE en el año 2011 (International Energy Agency 2013). Es decir, prácticamente se duplicó el consumo mundial de energía en casi 40 años. Del consumo total señalado para 1973, un 48.1% corresponde a petróleo, 13.7% a carbón y derivados, un 14% a gas natural, un 13.2% a biocombustibles, un 9.4% a electricidad y solo un 1.6% a “otras energías” (energías renovables no convencionales, tales como solar, eólica, etc.) Mientras que para el consumo total del año 2011, corresponde un 40.8% a petróleo, un 10.1% a carbón y derivados,

un 15.5% a gas natural, un 12.5% a biocombustibles, un 17.7% a electricidad y un 3.4% a “otras energías” (ERNC).

*Tabla 1. Consumo Mundial de Fuentes energéticas entre 1973 y 2011*

<b>Fuente de Energía</b>	<b>Porcentaje del total mundial (1973)</b>	<b>Porcentaje del total mundial (2011)</b>	<b>Variación</b>	<b>Porcentaje de variación</b>
Petróleo	48.1	40.8	-7.3	-15.1%
Carbón	13.7	10.1	-3,6	-26.2%
Gas Natural	14	15.5	1.5	10.7%
Electricidad	9.4	17.7	8,3	88,2%
Biocombustibles	13.2	12.5	- 0,7	-5,3%
ERNC	1.6	3.4	1,8	112,5%

Fuente: Elaboración propia a partir de IEA (2013)

Como se observa en la tabla 1, la variación de los combustibles fósiles (petróleo y carbón sobre todo) fue considerable en términos negativos, sin embargo, se mantienen como las principales fuentes de energía abarcando más del 50% del total. En el otro extremo, las ERNC tienen un crecimiento enorme (más del 100%), pero mantienen su carácter marginal respecto del total global.

En términos de la generación eléctrica, las distintas fuentes disponibles en el año 2012 a nivel global tienen la siguiente estructura (en tabla 2, en verde las Renovables no convencionales):

Tabla 2. Fuentes de generación eléctrica a nivel global año 2012

Tipo	Porcentaje del total
<b>Geotérmica</b>	<b>0.3</b>
<b>Eólica</b>	<b>2.4</b>
<b>Biomasa</b>	<b>1.4</b>
<b>Solar</b>	<b>0.5</b>
<b>Energías Marinas</b>	<b>0.002</b>
Hidráulicas	16.2
Nuclear	10.9
Fósil	68.1
Desechos No renovables	0.2

Fuente: Elaboración propia a partir de “Worldwide Electricity Production from Renewable Energy Sources”, Fundación Observ´ER (2013)

Es decir, a partir de la tabla anterior (tabla 2), centrada en la generación eléctrica, se reafirma el papel aún marginal de las Energía Renovables no Convencionales.

### **Situación de los combustibles fósiles**

En este sentido, dada la importancia absoluta del petróleo y de los combustibles fósiles (derivados de biomasa sometidas a procesos geológicos y por ende no renovables) en general respecto del consumo energético global, se vuelve necesario analizar el marco del debate energético a la luz de dos elementos claves. El primero, tiene relación con el hecho de que a lo largo del siglo XXI se vivirá un decrecimiento de la disponibilidad de petróleo a nivel mundial, dada la imposibilidad de las reservas de crudo por satisfacer la demanda mundial. Esta idea, conocida como el “*Hubbert peak*” (pico de Hubbert) fue señalada por M.K. Hubbert en los años 50’s, y plantea que la curva de producción del petróleo tiene forma de campana (campana de Gauss) (Bardi, 2008). Se estima, en este sentido, que el descenso en la producción se presentará en algún momento de la primera mitad del siglo XXI, o que incluso este momento ya se habría alcanzado en los

años 2005-2006, situación ampliamente aceptada entre la comunidad científica y la institucionalidad internacional (Bardi 2008; Aleklet et al 2010). El descenso en la curva de producción de petróleo obedece a que los depósitos totales de petróleo a nivel global (yacimientos) tanto activos como por activar o descubrir, así como el conjunto de petróleo no convencional disponible no serán suficientes para satisfacer el ritmo de demanda actual (Aleklet et al. 2010). De hecho, son estas formas no convencionales las que han generado el aumento marginal en la producción en los últimos años, (de un 0,8%), siendo más caros y de menor tasa de retorno energético (se requieren más recursos para su extracción y suponen una fuente menos eficiente de energía) (Ferrari 2013).

Así, mientras el crecimiento esperado de la economía global hasta el año 2015 es de 3% anual, el consumo de petróleo debe crecer a un ritmo de 1.3% hasta ese año, y a continuación a un 0.8%, según lo señala la International Energy Agency (IEA) en el World Energy Outlook del año 2008. La paridad entre crecimiento económico y crecimiento del consumo de petróleo supone, pues, que este descenso de la producción estará asociado a graves e impredecibles desajustes sociales, económicos y políticos, en lo que Aleklet et Al (2010) denominan como el fin de la “edad del petróleo”. Por esta razón, el desarrollo de tecnologías energéticas alternativas a las actuales es un requisito que se puede definir como de alcance “civilizatorio”.

En segundo lugar, se encuentra el impacto medioambiental por el uso de combustibles fósiles. Al respecto, Solomon (2009) indica que el aumento de la temperatura global se debe principalmente a la emisión de dióxido de carbono generado a partir de actividades humanas, específicamente aquellas derivadas del uso de combustibles fósiles, y cuyos efectos tendrán un impacto de por lo menos 1000 años más, asumiendo el carácter de irreversibilidad del fenómeno. Esta “causalidad” específicamente humana implicada en el problema del aumento global de la temperatura puede sintetizarse bajo la idea del “antropoceno”. Este concepto propuesto por Paul Crutzen (Premio Nobel de Química 1995) señala

los efectos de alcance planetario derivados de las actividades “culturales” que configurarían la aparición de una época geológica caracterizada por transformaciones de la sedimentación física (erosión y denudación del suelo), cambios bióticos (extinciones animales y vegetales, remplazo de cubiertas forestales, migraciones, etc.), cambios oceánicos (derretimiento de hielos, acidificación, variaciones en el nivel de las mareas) y desde luego, cambios en el ciclo del carbono y el aumento de la temperatura global (Zalasiewicz et Al 2008). Esta nueva “era geológica” implicaría una alteración radical tanto de la perspectiva temporal de los cambios (dada la brevedad de su surgimiento en contraste con las eras geológicas “tradicionales”) como de sus imprevisibles consecuencias a largo plazo.

### **Energías Renovables No Convencionales**

En esta perspectiva, el desarrollo de tecnologías energéticas alternativas, basadas en fuentes abundantes y en mecanismos que no generen gases contaminantes, se ha convertido en una prioridad para distintas instancias tanto políticas como económicas y científicas, posicionando a las Energía Renovables no Convencionales (ERNC) como uno de los ámbitos de investigación primarios para la sociedad del siglo XXI. En especial para las “economías emergentes” o “países en vías de desarrollo”, que requieren aumentar sus grados de independencia energética a la vez que generar aperturas de nuevos ámbitos de desarrollo económico, tecnológico y social, siendo las ERNC una alternativa viable en este sentido (Groba y Breitschopf 2013; OCDE 2013).

Se entiende por energías renovables aquellas que utilizan en su funcionamiento fuentes que no se agotan en la escala humana, en términos de años a explotar y cantidades disponibles, y que se renuevan por medios naturales (Jiménez 2011). Las energías renovables definidas por la Comisión Europea son: la energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás (Jiménez 2011).

Ahora bien, dentro de este grupo específico de fuentes de energía, se considera como “no convencionales” a aquellas cuya capacidad de aporte energético no ha sido aprovechado en un alto grado, ya sea por el bajo desarrollo tecnológico asociado a su aprovechamiento o bien por precios poco competitivos en relación a las energía fósiles o a energías renovables convencionales (como la hidroeléctrica de gran escala) (Jiménez 2011). Es decir, su potencial de crecimiento está limitado por factores sociales (tecnología, precios, políticas de fomento, etc.) y no por alguna cualidad física que, a priori, impida un aporte mayor de dichas fuentes al *pool* energético global y local.

### **Características de la Energía Solar**

Del conjunto de ERNC disponibles en la actualidad, la solar aparece como uno de los candidatos principales a generar abundantes cantidades de energía. Su principal ventaja es su enorme potencial energético. Por ejemplo: anualmente, EE.UU. recibe  $4.67 \times 10^4$  quad de energía, en circunstancias de que su consumo anual es de solo 96.6 quad, siendo un quad una abreviación de cuadrillón, equivalente a  $1.055 \times 10^{18}$  joules (Dreselhaus y Thomas 2001). Es decir, si se aprovechara una fracción considerable de la energía solar recibida por el planeta, bastaría para satisfacer buena parte de la demanda energética mundial, o directamente el total (Byrne et Al, 2010). Su principal obstáculo es la dificultad de una conversión eficiente de la luz solar en energía eléctrica, y es este el foco central de la innovación tecnológica en la materia, así como la variación de la energía recibida, ya sea por el transcurso del día, de las estaciones o de las variaciones climáticas (Dreselhaus y Thomas 2001).

En sintonía con lo anterior, se asume que los distintos tipos de ERNC disponibles, si bien están agrupadas bajo este amplio marco comprensivo, en la práctica no pueden tratarse como un único fenómeno, y deben generarse mecanismos de observación y de desarrollo específicos para cada una de ellas. De otro modo, aquellos elementos particulares asociados no serán observados. En este

contexto, Johnstone et Al (2008) señalan que, de acuerdo con la IEA (Agencia internacional de Energía, acrónimo en inglés), existen tres generaciones de energías renovables distinguibles: a) primera generación, las que han alcanzado la madurez tecnológica, tales como la hídrica, geotermia y biomasas; b) segunda generación, las que están alcanzando un rápido desarrollo, como la eólica, la solar y nuevas formas de bio-energías; y c) tercera generación, las que aún están en etapas tempranas de desarrollo, como la energía solar concentrada, energía oceánica/mareas, geotérmica mejorada y sistemas bio-energéticos integrados. Así, la energía solar puede comprenderse como una de las que tiene mayor potencial de desarrollo a mediano y, sobre todo, a largo plazo, dado su enorme *peak* de aprovechamiento y también como una de las que, en los últimos años, más se ha desarrollado, tanto a nivel tecnológico como de recepción social (Lewis y Nocera 2006; Dreselhaus y Thomas 2001; Byrne et Al 2010)

En cuanto al nivel de desarrollo tecnológico de la energía solar alcanzado en los últimos años, son dos los elementos centrales que lo caracterizan: por un lado una gran diversificación y avance en cuanto a la eficiencia y productividad de la energía solar (aumento de la tasa de retorno energético) y por otro, si bien los costos de la energía solar se mantienen altos en relación a las fuentes convencionales (renovables y no renovables), la tendencia general ha mostrado un fuerte declive en los años recientes, y se espera uno mayor en el futuro cercano (Byrne et Al 2010; Timilsina et Al 2012). A manera de ejemplo, se puede decir que el costo de los módulos solares de alto poder ha decaído de US\$ 27000 el KW en el año 1982 a US\$ 4000 el KW en el año 2006 (Timilsina et Al 2012)

### **Barreras a la Energía Solar**

Como lo señalan diversos autores (Tolón et Al 2011; Jaegersberg y Ure 2011; Johnstone et Al 2008; Timilsina et Al 2012; Carlyle y Brown 2012; Meng 2013), uno de los elementos claves en el fomento de la energía solar es la presencia de políticas públicas que promuevan tanto su desarrollo técnico como su

institucionalización y su competitividad económica, especialmente en países en vías de desarrollo (Devabhaktuni et al 2012), dada la existencia de una serie de obstáculos generales que han impedido su expansión y crecimiento al nivel esperado. En este sentido, Timilsina et Al (2012), siguiendo a la literatura especializada, señala tres tipos de barreras relacionadas al escaso desarrollo absoluto de la energía solar a nivel global, a pesar de ser considerada como una fuente energética fundamental para el siglo XXI (tabla 3).

Tabla 3. Tipología de barreras a la Energía Solar a nivel global (Timilsina et al 2012)

	<b>Fotovoltaica<sup>1</sup></b>	<b>Termo-Solar<sup>2</sup></b>
Barreras técnicas	-Restricciones de eficiencia -Limitaciones en el rendimiento de BoS (Balance of system, sistema de balance) que incluye componentes tales como baterías, transformadores, etc. -Demanda de silicio ha sobrepasado la oferta, estancando parcialmente el	-Capacidad calorífica de los fluidos de transmisión -Pérdida calórica y almacenamiento de energía en sistemas CSP -Provisión de orientaciones en el diseño de calefactores de agua solares para demanda diversificada

<sup>1</sup> Tecnologías fotovoltaicas: representan la tecnología más avanzada en el ámbito solar, transformando energía solar en energía eléctrica. Sus primeros pasos ocurrieron en la década de 1950, siendo utilizada en satélites espaciales. Actualmente, el mercado fotovoltaico (FV) está dominado por las células basadas en silicio, que componen el 80% del mercado (Timilsina et Al 2012). Es este uno de los ámbitos principales de investigación y desarrollo, buscándose mayores grados de eficiencia a menores costos, desde ámbitos como la nanotecnología hasta la observación astronómica. El potencial fotovoltaico se asume como el principal campo de aplicación extensivo de la energía solar, es decir como una alternativa seria (pero por ahora, hipotética) a las energías convencionales.

<sup>2</sup> Tecnologías térmicas: existen dos tipos de aplicaciones. La energía termo-solar no eléctrica incluye sistemas de enfriamiento o calefacción, sistemas de cocina, o en general, dispositivos que capturan y procesan la radiación solar generando calor, teniendo una fuerte participación en el mercado de tecnologías domiciliarias, las que, por ejemplo completan el 100% de las aplicaciones termo-solares en China. El segundo tipo es la energía termo-solar eléctrica, que incluye sistemas que, utilizando la radiación solar, generan vapor para producir electricidad. Implica al menos cuatro modelos de dispositivos denominados como CSP (*Concentrated solar power*/energía solar concentrada). Esta forma de tecnología también es investigada y desarrollada de manera creciente, tanto como complemento a la energía FV como una línea específica (Timilsina et Al 2012).

	<p>crecimiento del sector.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Demanda de cadmio y telurio depende de la producción de cobre y zinc</li> <li>-Falta de desarrollo en sistemas de interconexión y de facturación (pago)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Falta de integración en los diseños y códigos de construcción, materiales y aplicaciones tradicionales</li> <li>-En el caso de los sistemas de recepción centralizada se requiere mayor experiencia para aplicaciones a gran escala</li> </ul>
<p>Barreas económicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alto costo inicial y dificultad de financiamiento, en especial en países en vías de desarrollo</li> <li>-Altos riesgos en los sistemas de crédito determinado por instituciones sin experiencia en la materia</li> <li>-Costos de BoS (Balance of system) no se reducen de forma proporcional a los precios de los módulos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Grandes costos iniciales además de períodos de retornos lentos y flujo limitados de ingresos acrecientan los riesgos crediticios</li> <li>-Viabilidad financiera de sistemas de calentamiento de agua domésticos es escasa</li> <li>-Sistema de respaldo de calentamiento de agua para hacer más confiable el sistema encarecen los costos</li> <li>-Incremento en los costos de los materiales esenciales como el cobre encarecen el proceso</li> </ul>
<p>Barreras institucionales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ausencia de leyes adecuadas para promover su adopción, similares a la Renewable Portfolio Standard<sup>3</sup></li> <li>-Capacidad limitada de formación de técnicos que puedan trabajar efectivamente en nuevas infraestructuras solares</li> <li>-Comprensión limitada entre actores nacionales e internacionales de los fundamentos del sistema y factores financieros</li> <li>-Fragilidad de la asociatividad (<i>partnership</i>) para el desarrollo solar. Muchos proyectos FV se basan en el desarrollo de asociatividad y ante la salida</li> </ul>	

<sup>3</sup> Ley de promoción de las energías renovables no convencionales adoptada por diferentes gobiernos, tanto de naciones desarrolladas como en vías de (EE.UU., U.K., etc.), requiere que los distribuidores (*suppliers*) de energía provean una cierta cantidad (un porcentaje de MegaWatts) de origen renovable no convencional. Se aplicó originalmente a nivel de Estados en EE.UU. durante los años 90'. (Meng 2013)

	<p>temprana de un socio el sistema puede no prosperar</p> <p>-Problemas procedimentales tales como la necesidad de asegurar financiamiento de múltiples fuentes y aprobaciones de diferentes agencias (gubernamentales)</p>
--	---

## **Elementos para el análisis nacional**

En el caso chileno, las ERNC han replicado las problemáticas internacionales, en cuanto a sus mayores costos asociados, el desconocimiento del mercado sobre sus beneficios y un marco regulatorio ineficiente que ha influido en el crecimiento limitado de las mismas (Sauma 2012). Por ejemplo, en el año 2009 alcanzaban el 2,7% de la matriz energética nacional y en el año 2012 crecieron a menos del 4% (Sauma 2012).

En el ámbito de políticas públicas, en el año 2004 se promulgó la denominada Ley Corta 1, cuyo objetivo era mejorar la tarificación del sector y asegurar su ingreso a los sistemas de distribución, además de abrir el mercado a generadores pequeños (hasta 9 MW) y medianos (entre 9 y 20 MW). Por su parte, el 2005 se promulgó la Ley Corta 2, que establecía una fracción del 5% de la energía licitada para suministros de ERNC, a precios similares a las convencionales (Sauma 2012). Estas iniciativas no lograron fomentar un impulso demasiado amplio, pero sí sirvieron de base a posteriores iniciativas. Es así como en el año 2008 se promulga la Ley de ERNC (Ley N° 20.257), con el objeto de ampliar los mercados y acelerar las inversiones, cuya medida principal es la obligatoriedad de las empresas con capacidades de 200 MW o superior de distribución que incluyan un 10% de fuentes de ERNC acreditadas (sean propias o contratadas), para así alcanzar un 10% de la matriz nacional en el año 2024 (Sauma 2012). Durante el gobierno de Sebastián Piñera, (año 2011) se dio una instancia adicional, el CADE (Comisión asesora de Desarrollo Eléctrico), la que señaló dos elementos: por un lado aumentar el objetivo de 10% a 15% de presencia de ERNC en la matriz

nacional para el año 2024, y por otro no generar incentivos económicos a su desarrollo, dando prioridad a mecanismos propios del mercado (Sauma 2012). La primera medida no fue aceptada, pero la segunda mantenía la política vigente, actuando más bien como un soporte técnico al diseño.

A modo de discusión, Sauma (2012) señala que las ERNC en el caso chileno, al desarrollarse en el marco de un sistema de cuotas, han evitado el surgimiento de “*picking winners*” (ganadores por elección), dado que todos los proveedores compiten entre sí en igualdad de condiciones, adoptándose una neutralidad tecnológica. Esto por un lado beneficia el factor “precios” (ámbito en el que la energía solar no es tan competitiva), pero por otro no procesa el total de especificidades de cada sector, en términos de potencialidad total del recurso (ámbito en el que la energía solar corre con ventaja) o el factor de utilización (en el que, por ejemplo, la eólica es menos competitiva). Más importante aún, al estar el proveedor asumiendo parte importante de los riesgos (debido a que se pagan precios de mercado, que son volátiles, y a la ausencia de contratos de largo plazo), las inversiones las hacen principalmente actores de alto poder adquisitivo (nacionales o internacionales) (Sauma 2012), lo que no contribuye a una diversificación del escenario. Esto convierte al caso chileno en uno bastante particular, puesto que si bien el Estado espera dar un impulso fuerte a las ERNC, a éste no se le entrega un apoyo considerable, quedando la situación en manos del mercado (PNUD 2007). En este sentido, no extraña que la principal alternativa energética planteada para el desarrollo del país sea la hidroeléctrica (renovable convencional), por ejemplo la recomendación del gremio empresarial (v.g.: Cámara Chilena de la Construcción en su informe N°28, agosto de 2013).

### **Proyecciones en la Matriz Energética nacional**

En términos descriptivos, se puede señalar que la actual matriz energética nacional se compone de la siguiente forma (tabla 4):

Tabla 4. Matriz energética chilena año 2013

	Hidroelectricidad	Diésel	Carbón	Gas NL	Biomasa	Mini-Hidro	Eólica	Solar	Total (MW)
Sistema interconectado Norte Grande (XV-II regiones)	0%	28%	52%	19%	1%	0%	0%	0%	3.686
Sistema Interconectado Central (III-X regiones)	45%	22%	15%	13%	2%	1%	2%	0%	13.247

Fuente: Escenarios energéticos Chile 2030

Tabla 4: Matriz energética chilena actual

Es decir, la generación de energía solar es 0% en el total nacional, y se da en un contexto de una matriz altamente contaminante y vulnerable, en términos de su dependencia esencial de los recursos de países vecinos (gas, diésel, etc.) y la fluctuación de precios o elementos políticos asociados (Elizalde y González 2008). Sin embargo, la aprobación de diversos proyectos, especialmente en el Norte Grande del país supone que en corto plazo se darán los primeros avances en términos de aporte energético. Por ejemplo, en la actualidad existen más de 3000 MW de energía solar aprobados para ser construidos (con Resolución de Calificación Ambiental aprobada) y otro 1000 MW en evaluación (Olivares 2013), lo que representaría un porcentaje aproximado del 5% de la matriz nacional, en caso de ser construidos en su totalidad. Además, Olivares (2013) señala que una de las ventajas de la energía solar es su mayor rapidez de construcción, pudiendo aprovechar de mejor manera coyunturas específicas (por ejemplo, un aumento de

costos de energías fósiles considerable). Esta situación de alza en las iniciativas de inversión no es de extrañar, dado el alto potencial de energía solar que tiene Chile (Informe “Escenarios energéticos 2030” 2013; Pastén 2012)

### **La Triple Hélice**

Ahora bien, en la medida de que la consolidación de la Energía Solar en Chile es un proceso dinámico en el que participan distintos actores y por tanto distintas formas de observación (por ejemplo, mercado y políticas públicas), parece pertinente señalar modelos que permitan identificar dinámicas específicas de innovación en contextos emergentes, como es el caso nacional. En este ámbito, caracterizado por la interrelación de diversas variables, podemos destacar especialmente tres ámbitos *críticos*, asociados a las barreras señaladas anteriormente pero también a las variables *genéticas* de la Energía Solar: dichos ámbitos son la Ciencia y Tecnología, la Política y la Economía, y sus interacciones pueden ser observadas bajo la noción de la *Triple Hélice*. Esta idea, propuesta por Etzkowitz y Leydesdorff en 1998 (citado en Leydesdorff 2012) se centra en la relación entre industria-gobierno-universidades para explicar desarrollos estructurales en contextos de *knowledge-base economies* (economías centradas en conocimiento). La idea principal es que la emergencia de sistemas de innovación pueden explicarse por la sinergia entre estos tres aspectos, pero que asimismo no puede delimitarse dicha sinergia de manera *ex ante*, por ejemplo en un territorio determinado o en un campo específico (Leydesdorff 2012), señalando qué dosis de mercado o de Estado se requiere para una coordinación eficiente. Por esto, para observar procesos de desarrollo basados en conocimiento (*knowledge base development*), como los implicados en la emergencia e hipotético despegue de la Energía Solar en Chile, se deben contemplar *a lo menos* las interacciones entre estos tres campos de manera no lineal (no siempre el mercado guía la tecnología, por ejemplo), generando datos específicos delimitados en el fenómeno particular. En este sentido, la relevancia de interconectar elementos de

estos tres campos para observar los procesos de emergencia de campos de I+D es fundamental (Leydesdorff 2012) y los análisis empíricos insustituibles.

Ahora bien, en referencia al caso de la emergencia de sistemas de innovación regional en China, Cai y Liu (2013) señala que el modelo estándar de la Triple Hélice está más bien asociado a los países occidentales, y que en dicha nación existe un mayor control por parte del Estado, regulando tanto interacciones internas como externas de los otros dos agentes. Esto se destaca en tanto se hace patente que deben considerarse elementos específicos a la hora de considerar las dinámicas locales (nacionales, por ejemplo) que inciden en la emergencia de campos de innovación, y la dificultad para trasladar mecánicamente modelos teóricos. De todos modos, la propuesta de la Triple Hélice señala un modelo pertinente para considerar el caso chileno, puesto que ha sido usado de manera amplia en distintas instancias académicas y políticas (Cai y Liu 2013) y que es coherente con los actores y campos observados en nuestro país.

Profundizando en esta línea, Mowery y Sampat (2004) señalan que la relevancia de las universidades en el desarrollo de sistemas de innovación varía de acuerdo a características como la estructura y tamaño de la industria y la estructura y tamaño de otros investigadores (centros de investigación, por ejemplo) públicos. En este contexto, los aportes que los centros universitarios pueden hacer en materia de innovación incluyen: incremento de información científica y tecnológica, desarrollo de equipo e instrumentos, formación de capital humano, redes de capacidades científicas y tecnológicas que faciliten la expansión de nuevos conocimientos, entre los principales (Mowery y Sampat 2004). Debido a esto, las universidades son citadas de manera amplia como un elemento crítico en el desarrollo de sistemas de innovación de los países (Mowery y Sampat 2004). En la misma línea, Youtie y Saphira (2008) señalan que el rol de las instituciones universitarias de alto rendimiento (*high-performing institutions*) en entornos centrados en *knowledge-base*, implica un efectivo avance, distribución y

recombinación del conocimiento tanto explícito (codificaciones formales de conocimiento) como tácito (capacidades de una organización no siempre formalizadas, y por tanto difíciles de replicar [*hard to replicate capabilities*]), integrándose a contextos más amplios, por ejemplo regionales, e interactuando de manera diversa con otros actores relevantes. Es decir, no se trata sólo de la producción de conocimiento, sino de cómo dicho conocimiento es generado en dinámicas que promueven el intercambio con otros ámbitos, nuevos modelos de desarrollo de aprendizajes e innovación y procesos que expandan los límites de sus actividades.

A partir de estos antecedentes, es posible indicar que en contextos de sociedades con sistemas de innovación en ciernes los centros de investigación universitarios cumplen un rol fundamental en la articulación de redes científicas y tecnológicas que establezcan campos de conocimiento emergentes, como es la Energía Solar en nuestro país. Por esto, esbozar los principales lineamientos de SERC adquiere una importancia destacada.

### **Solar Energy Research Center**

Entre las iniciativas que se han generado para fomentar y desarrollar la Energía Solar en nuestro país, la formación de centros de investigación aparece como uno de los más relevantes. Como se indicó, una de las principales barreras para el desarrollo de la Energía Solar es el déficit tecnológico en determinados ámbitos, así como la dificultad para la formación de profesionales del área y la limitada comprensión de actores políticos relevantes en relación a la materia, lo que se puede vincular con un nivel de conocimiento más bien escaso de la temática a nivel general. Los centros de investigación especializados son un aporte a la solución de estos temas (específicamente en tecnología y formación), y al mismo tiempo implican mayores posibilidades de reflexividad sobre ellos. El modelo de la Triple Hélice, en sintonía con esto, destaca el valor crítico de la investigación

académica para el desarrollo sistémico de procesos de innovación (interrelaciones con otros sistemas y efectos virtuosos).

En esta línea, en nuestro país se destaca la presencia del Solar Energy Research Center (SERC), entidad financiada por FONDAP (Fondo de financiamiento de Investigación en Áreas Prioritarias) que comenzó a operar en diciembre de 2012 y que articula una red interdisciplinaria e interuniversitaria (5 universidades tradicionales: U. de Chile, U. de Concepción, UTA, U. de Antofagasta y UTFSM; 1 privada, U. Adolfo Ibáñez, más la Fundación Chile).

SERC está orientado a “erigirse en un líder mundial en investigación científica sobre Energía Solar, con especial énfasis en desarrollar el potencial del desierto de Atacama en Chile” (SERC Chile 2014). Esta iniciativa “se sustenta en que el Norte Grande chileno posee un gran potencial para la producción de electricidad, calor y luz en base a energía solar y para la aplicación de soluciones tanto fotovoltaicas como térmicas, dados por ejemplo, sus altos niveles de irradiación y los índices excepcionales de claridad. Estas condiciones lo convierten, además, en una zona excepcional para el estudio, desarrollo y ensayo de nuevas tecnologías solares. El diagnóstico de la propuesta es que, simultáneamente, existe un número de importante de factores o barreras que restringen el máximo desarrollo de este gran potencial” (SERC Chile 2014)

Las líneas de investigación que SERC desarrolla son: Sistemas Solares de Alta Potencia, Almacenamiento de Energía Solar y Tratamiento Solar de Aguas, Energía Solar aplicada en la Industria y Minería, Sistemas solares para comunidades rurales y urbanas y Aspectos Regulatorios, Sociales y Económicos de Energía Solar (SERC Chile 2014) . Es posible apreciar, a partir de las líneas de investigación señaladas, que la vinculación con otros actores sociales (por ejemplo, comunidades) está presente en la producción de conocimientos de SERC, lo que es una característica relevante a considerar.

En términos de los objetivos que se plantea como organización, “SERC-Chile espera crear nuevo conocimiento científico; formar capital humano avanzado en Energía Solar; educar, informar e interactuar con los ciudadanos y los responsables de las políticas públicas; propiciar programas de transferencia de tecnología a través de proyectos cofinanciados por los sectores público y privado. Nuestra visión es que la contribución científica de SERC-Chile, el apoyo de organizaciones públicas y privadas a su labor, y la colaboración con centros de investigación líderes mundiales en energía solar, contribuirá a la integración relevante de la energía solar a la matriz energética de Chile y la impulsará internacionalmente” (CONICYT Chile 2014). Es decir, a partir de lo señalado por SERC, los objetivos no son sólo de carácter interno (erigirse en líder científico, por ejemplo) sino también impulsar una determinada “dirección societal”, por decirlo de alguna manera, caracterizada por la emergencia y presencia activa de la Energía Solar en nuestro país, actuando tanto como un agente de desarrollo científico-técnico como un actor vinculado con otros espacios sociales (ciudadanos, responsables de políticas públicas, etc.)

Ahora bien, estos elementos adquieren relevancia en términos de lo que se ha denominado el auge de la “sociedad del conocimiento” (por ejemplo, Gómez Seguel 2005, Cancino 2011, Hong, Scardamalia y Zhang 2010). Un elemento clave en este contexto es el requerimiento social y político (por ejemplo, de los gobiernos) para crear y utilizar nuevos conocimientos que permitan lidiar con las oportunidades y problemas que se les presentan (Hong, Scardamalia y Zhang 2010). Así, la ciencia, técnica e innovación adquieren un rol decisivo en los diseños políticos, en tanto se asumen como generadores de valor (económico, simbólico, social, etc.) acoplados a los requerimientos económicos y políticos actuales (Cancino 2011). Esto indica que la ciencia y la técnica, en tanto campo específico de producción de conocimientos, debe entenderse como acopladas tanto al Sistema político como al económico de manera privilegiada, es decir como uno de los orientadores relevantes de la deriva social contemporánea. Esto es

particularmente importante en el caso de la Energía Solar, dado que las barreras que se han identificado para su desarrollo están directamente vinculadas con los sistemas señalados, lo que implica que para su fomento se requieren acciones susceptibles de ser procesadas también por los sistemas político y económico (así por ejemplo, el puro avance científico no es suficiente para generar una matriz con fuerte presencia solar). Como consecuencia, la observación de espacios privilegiados de producción de conocimiento en la materia resulta de suma importancia no sólo en términos descriptivos, ya que dado el carácter social del conocimiento en este contexto (la “Sociedad del Conocimiento”), los insumos e interacciones que aquí se generan deberían tender a no quedarse “estancados” sino que a fluir por otros sistemas sociales.

Siguiendo esta idea, se puede indicar que en el ámbito emergente de la Energía Solar en nuestro país, en que la estabilización de actores, operaciones, institucionalidad y procedimientos está en proceso, SERC es una instancia cualitativamente relevante, por las siguientes razones: surge en contexto de política pública (FONDAP), agrupa a investigadores científicos de vanguardia en la materia y presenta dos objetivos claves: liderar procesos de desarrollo científico-técnico y aportar a una transformación del ámbito energético en el país, por ejemplo observando las barreras que limitan su desarrollo. Así, en la medida de que SERC es un actor de características únicas (por tamaño, apoyo institucional, amplitud de las líneas de investigación, etc.) y está inserto en un ámbito científico emergente, es posible identificarlo como un dispositivo que participa de las dinámicas del campo de la Energía Solar en nuestro país de manera relevante (por ejemplo, aportando a la generación de un marco de observación más o menos consensuado entre diversos actores, entre algunos de sus aspectos más significativos.

### **Condiciones de contorno en nuestro país**

Como se señaló, la energía solar es ampliamente percibida como un potencial actor fundamental en la configuración energética de la sociedad contemporánea, dada la condición de *crisis* que enfrentan las energías fósiles, evidente en el mediano y largo plazo a partir de abundantes datos, y que hoy sustentan la mayor parte de las actividades tecnológicas humanas. En este sentido, del conjunto de ERNC disponibles, la solar se encuentra en una situación específica: posee la mayor potencialidad (o una de las mayores, si se considera diferencias regionales) pero su aplicación concreta se encuentra reducida por una serie de factores económicos, institucionales y técnicos. Como se señaló, el avance de la energía solar en nuestro país (como a nivel global) requiere de disposiciones políticas que favorezcan su desarrollo y su promoción en distintos niveles y sectores de la sociedad, con el fin de hacerla viable a mediano y largo plazo, superando así las barreras señaladas.

A partir de la evidencia presentada, en nuestro país es fundamental desarrollar la energía solar por una diversidad de razones: el alto potencial energético que supone, la situación de dependencia del mercado internacional de energías fósiles, el aumento de la innovación científico-tecnológica propia como política pública, entre los principales. Así, la formación de SERC es un intento de potenciar y estabilizar dicho proceso de desarrollo, entendiéndolo como un actor centrado en la Academia, pero que mantiene determinados vínculos con las Políticas Públicas y el Mercado, además de la sociedad civil. Por estas razones, resulta clave comprender las perspectivas que se configuran en SERC respecto a tres temas fundamentales para la promoción de la Energía Solar: proyección de políticas públicas, proyecciones del liderazgo científico-tecnológico nacional (a nivel regional y global) y proyecciones de mercado. Estos tres elementos pueden ser entendidos como tres obstáculos/incentivos en función de la forma que adoptan en determinados momentos respecto a la energía solar, por lo que el debate público (político) en torno a sus orientaciones y trayectorias, el procesamiento comunicativo a partir del cual se describe y especifica dicho

campo, es fundamental para dar cuenta de su trayectoria y posibilidades de desarrollo. Aquí es donde SERC juega un papel fundamental, dado su rol de productor científico-tecnológico y sus interacciones con otros sistemas sociales.

Ahora bien, la producción científica de SERC está orientada a observaciones de primer orden (sus diversas líneas de investigación), por lo que complementar dicho trabajo con procesos de observación de segundo orden, permitiendo así un mayor grado de reflexividad y de comprensión de sus procesos internos, y de cómo estos configuran proyecciones a futuro de la Energía Solar o vínculos con otros ámbitos científicos, es clave para el análisis de los factores críticos que inciden en la conformación general de este campo emergente (ver concepto de “Triple Hélice”), y es ese justamente uno de los focos de la investigación.

### **Capítulo III. Problema de investigación**

#### **La Energía Solar en Chile como tema de estudio científico**

La emergencia de la Energía Solar en nuestro país es una materia que debe ser analizada en profundidad, dado que diversos actores relevantes (el Estado, empresas, universidades, medios de comunicación, etc.) la han identificado como un elemento clave en los procesos de desarrollo actuales, generándose investigaciones sobre el tema que, sin embargo, no han tenido a las ciencias sociales como eje de observación. Ante esto, es importante definir de modo general qué se espera aportar al fenómeno general de la Energía Solar con la investigación planteada. Para facilitar dicha exposición, podemos dividir dichos aportes en tres lineamientos de la investigación:

a) Existe un escaso tratamiento del problema desde el punto de vista de elementos y factores sociales, tanto a nivel local como global (particularmente respecto a la observación de instancias académicas vinculadas a las ERNC), por lo que generar una observación específica sobre las perspectivas de SERC

implica desarrollar data concreta sobre las dinámicas sociales asociadas a la energía solar (que se puede ampliar al problema de las ERNC en Chile, dada la poca diferenciación interna del tema en nuestro país). Concebir una observación de este tipo aporta a la comprensión práctica del problema del estado de desarrollo “latente” (en el sentido amplio del término) de la energía solar, describiendo parte de sus contradicciones, trayectorias, tensiones, y en general dinámicas socio-técnicas y político-económicas que la configuran. Esto es importante dado el consenso general que existe sobre la necesidad de fortalecimiento de las ERNC a nivel global, permitiendo aportar a su comprensión.

b) Posibilidad de exploración de la articulación de aspectos científicos-políticos-económicos en la sociedad contemporánea. De este modo, describir las operaciones y procesamientos internos de SERC da luces sobre el funcionamiento de la relación ciencia/tecnología-política-mercado y sus instituciones en la sociedad chilena actual, en consecuencia implica realizar una observación compleja del problema. Además, el definir un fenómeno específico permite aplicar herramientas conceptuales concretas provenientes de distintas tradiciones teóricas, generando dialogo conceptual que puede ser un aporte a distintas instancias de investigación.

c) Definir campos de observación relevantes para la “antropología” de la energía, o los “estudios sociales de energía” en un sentido amplio, para nuestro país. Esta línea de exploración es relevante para la configuración social del siglo XXI, en especial en países en “vías de desarrollo”, dada la necesidad de estructurar una matriz energética con características específicas (por ejemplo, limpia, abundante, no fluctuante en la oferta y en el precio, u otras que surjan en el debate público y científico). Esta estructuración está fuertemente ligada a tensiones medioambientales, territoriales, científico-técnicas, políticas y económicas, y profundizar en aspectos concretos que ella aporta a la comprensión global del problema. De este modo, el observar qué procesos son descritos como más relevantes por SERC para incentivar la energía solar (por ejemplo), permite

seleccionar probables campos de estudios futuros, aportar a la configuración de políticas públicas, entre otros.

Estos tres elementos parecen suficientes para dar sustento a la investigación, sin descartarse la presencia de otros factores importantes asociados.

### **Configuración del problema de estudio**

Con el fin de sintetizar los aspectos principales de la investigación en curso, se definen los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

El objetivo General se desprende de la problemática planteada, en tanto se asume que la descripción de las perspectivas referidas articula buena parte de la discusión en torno al estado de “latencia” de la energía solar en Chile, es decir: qué cosas deben cambiar, qué cosas mantenerse, cómo se ha trabajado el tema, qué plazos manejan, etc. Dicho objetivo se plantea de la siguiente forma:

**Caracterizar las perspectivas del Solar Energy Research Center (SERC) en cuanto al proceso de desarrollo y promoción de la energía solar en Chile**

Los objetivos específicos se desprenden del general, en tanto refieren a aspectos determinados y parciales que definen al fenómeno:

**Explorar las perspectivas presentes en SERC en relación al proceso de desarrollo de ciencia y tecnología solar en nuestro país, así como su posicionamiento a nivel global**

**Identificar las perspectivas presentes en SERC en relación a la proyección de la energía solar en el mercado energético local**

**Identificar las perspectivas presentes en SERC en relación a los marcos institucionales y políticas públicas que regulan el proceso de desarrollo de la energía solar en Chile**

**Identificar relaciones entre las semánticas presentes en las perspectivas de desarrollo de la Energía Solar en SERC, así como sus divergencias y convergencias**

#### **Capítulo IV. Programa de observación**

A continuación, se presentan las distinciones conceptuales a partir de las que se indagará en la temática señalada. Posteriormente se indicarán las herramientas metodológicas usadas para explorar el fenómeno. Se entiende que estos dos aspectos, de manera general, configuran un programa de observación, por cuanto permiten posicionarnos desde una perspectiva específica siguiendo un procedimiento razonado (un programa) a partir del que se obtendrá una imagen o descripción específica del fenómeno (una observación), la que está íntimamente relacionada con lo primero. En este sentido, los antecedentes señalados en el capítulo 2 permiten configurar un problema definido que se espera sea abordado de manera coherente por los elementos presentados en este marco.

#### **Elementos Conceptuales**

En este apartado se presentan los principales elementos conceptuales a partir de los cuales se observará el fenómeno en cuestión. Resulta conveniente señalar que tanto el concepto de perspectiva como el de semántica tienen en su base fundamentos del programa de observación de la Teoría de Sistemas Sociales (v.g.

Luhmann 2007), pero que en este caso particular son tratados más bien como “Teorías de alcance medio”, es decir no cómo conceptos omni-abarcadores sino como mecanismos de observación parciales sobre fenómenos acotados, y que descansan en su utilidad contextual para analizar una materia determinada antes que en su *veracidad ontológica*. Esta idea implica el dinamismo de los conceptos (no son estáticos ni *inviolables*) y su posibilidad de permanente actualización. Resulta ilustrativo, en este sentido, señalar que Robert Merton desarrolló el concepto de “Teorías de Alcance Medio” a la luz de las primeras exploraciones en la, en ese momento, naciente Sociología de la Ciencia, la que entendía precisamente como el análisis de un espacio acotado posible de ser observado de manera más o menos aislada sin tener que recurrir a los grandes edificios teóricos de la época (Marxismo y Funcionalismo) (Kreimer 2005, en Knorr Cetina 2005). Así, tanto las perspectivas como las semánticas permiten observar aspectos parciales que operan en SERC de diversas formas y que son susceptibles de ser estructuradas de distintas maneras, una de las cuales es la aquí presentada.

### **Concepto de perspectiva**

El concepto fundamental con el que abordaremos la problemática planteada es el de perspectivas de futuro para el desarrollo de la Energía Solar en nuestro país. Esto significa que observaremos en qué medida el futuro, es decir, la proyección actual de un fenómeno o proceso específico moviliza y es movilizado a través de recursos, actividades coordinadas y gestión de sus riesgos y beneficios (Brown y Michael 2003). Las perspectivas, así entendidas, se destacan por remitir a una idea de proyecto susceptible de construcción a futuro. Respecto a la operativización del concepto, su foco estará en los mecanismos utilizados para expresar y describirlo, es decir, las semánticas asociadas. Es decir, las perspectivas serán entendidas como una forma de procesar dichas semánticas.

La Energía Solar puede considerarse como un campo emergente en el ámbito científico- tecnológico (Nissila, Lempiala y Lovio 2014). Esto implica que existe una

gran potencialidad de desarrollo para el sector, pero que dicho potencial solamente se ha actualizado en un grado más bien marginal (por ejemplo Timilsina et Al 2012; Sadawarte et Al 2012, Byrne et Al 2010), y en este marco, las perspectivas de sus dinámicas futuras y las trayectorias de mediano y largo plazo que se le asocian van desde aquellas optimistas, que le asignan un rol de importancia creciente en la matriz energética, hasta aquellos que le asignan un rol secundario (ver, por ejemplo informe “Chile, Escenarios energéticos 2030” 2012). Por esta razón, el concepto de “perspectivas” nos permite comprender la manera en que una organización específica, en este caso SERC, articula una serie de semánticas científico-técnicas definidas, asociadas al futuro de la Energía Solar y al mismo tiempo observa cómo dichas semánticas pueden articularse con dos campos específicos: el mercado y las políticas públicas.

Como se señaló, la idea de *perspectivas* nos remite a un estado en que la sociedad *mira hacia adelante*, y en el campo científico tecnológico esto puede describirse de forma más específica como representaciones en tiempo-real de situaciones y capacidades tecnológicas del futuro (Borup et Al 2006)<sup>4</sup>. Ahora bien, en la medida de que el debate respecto a la energía solar se configura principalmente hacia *el futuro* (Nissila, Lempiala y Lovio 2014), un elemento central es comprender la gama de perspectivas que existen, ya sean positivas o negativas relacionadas. Esto, pues los debates y controversias en campos emergentes tienden a implicar la dualidad riesgos/beneficios (Kitzinger y Williams 2005). Aquellas perspectivas positivas ponen su énfasis en los beneficios, mientras que las negativas acentúan los riesgos implicados al desarrollo de una determinada tecnología. Si bien ambos elementos están presentes en las perspectivas configuradas alrededor de los campos emergentes, determinados actores se posicionan de forma preferente en uno u otro lado del espectro (Nissila,

---

<sup>4</sup> El texto en inglés usa el concepto *expectations*, que hemos traducido como perspectiva para no generar confusiones con el uso dado en Teoría de Sistemas Sociales. Lo mismo ocurre con otros textos, como Kitzinger y Williams 2005 y Nissila, Lempiala y Lovio 2014, quienes lo usan en un sentido similar al de Borup et Al 2006, es decir como una *orientación a futuro*. De todos modos, entendemos que en el plano cotidiano (no técnico) ambas palabras pueden ser intercambiables.

Lempiala y Lovio 2014). De este modo, resulta relevante comprender no sólo cómo se expresan los aspectos que preferentemente se denotan en las perspectivas de los diferentes actores (positivos o negativos), sino también como son procesados y definidos los aspectos asociados de tipo opuesto (por ejemplo, riesgos en el caso de los partidarios de las ERNC). En este punto, lo interesante es observar en qué medida las perspectivas señaladas adquieren contenidos específicos, de semánticas que no sólo actúan como *ideas generales*, sino que son operativizadas con diversos vocabularios, metáforas, asociaciones y autoridades a partir de las cuales emanan sus criterios (Kitzinger y Williams 2005). De aquí la relevancia del concepto de semántica para la investigación.

### **Concepto de Semántica**

En la medida de que el sistema social opera en base a comunicaciones, y en que las comunicaciones implican selecciones basadas en sentido, podemos referirnos a las semánticas como aquellas “*ventajas de sentido dignas de ser conservadas*” (en la sociedad) (Luhmann 2007). Es decir, si bien el concepto de semántica es amplio, en los términos que se plantea el problema de investigación resulta pertinente entenderlo como “*la reserva de temas que se conserva a disposición para la emisión de la comunicación: el patrimonio de ideas que tiene importancia desde el punto de vista comunicativo. En síntesis, la semántica es aquella parte de significados de sentido condensados y reutilizables que está disponible para la emisión de la comunicación*” (Corsi, Esposito y Baraldi 1995<sup>5</sup>). Aquí se incluyen los contenidos comunicativos globales con independencia de sus especificidades, tales como criterios de verdad, codificaciones, intenciones, etc., por lo que aún contenidos que se asuman neutrales u objetivos están definidos por contextos semánticos. De forma resumida, “*...para eso sirve la semántica: se trata de*

---

<sup>5</sup> Si bien Luhmann desarrolla de manera operativa el concepto, por ejemplo en “La sociedad de la sociedad” (2007), resulta complicado establecer una definición que no se asocie a temáticas específicas: por ejemplo, auto-descripciones. Por esto se apela a la definición señalada, más simple de utilizar en términos analíticos.

*conceptos e ideas por usar y eventual mente construir, concepciones del mundo, técnicas científicas, opiniones más o menos comunes, ensayos de revista, materiales de discusión, etcétera. El sentido generalizado y elaborado se vuelve utilizable como tema de comunicación”* (Corsi, Esposito y Baraldi 1995) En consecuencia, podemos observar la semántica como el conjunto de recursos comunicativos por los cuales una perspectiva es expresada (aunque, obviamente, no es reducible a esto). En el caso del campo científico-tecnológico, las semánticas son de tipo elaborado, es decir son más bien abstractas y serias (Corsi, Esposito y Baraldi 1995), diferentes a las semánticas cotidianas que no requieren criterios tan exactos de producción/conservación.

Esta definición de semántica alude a los diversos contenidos a partir de los cuales la comunicación es tematizada. Aquí, dos elementos son relevantes. Primero, la dimensión temporal, en tanto las selecciones de sentido (los temas) siempre son en “presente”, ya sean referidos al futuro o al pasado. Esto se vincula directamente con la proyección temporal del concepto de “perspectivas”, pues finalmente todo lo que digamos sobre el mañana está construido por variables sociales, culturales, etc., que tienen exclusivamente consistencia en el presente. De hecho, el conjunto de procesos de actualización del sentido solo puede ser en el presente, de acuerdo a Corsi, Esposito y Baraldi (1995). Las perspectivas de futuro, por tanto, deben ser observadas en condiciones especificadas en la actualidad de la organización, por ejemplo las dinámicas de “sensibilidad” hacia un campo o posición específica, mediante las operaciones de la “memoria” (Dockendorff 2006)<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> El concepto de memoria, como es entendido aquí, refiere a un aspecto inserto en el proceso de sedimentación de sentido que está señalado en la definición de Dockendorff (2006a) sobre la cultura y que más que a un almacenamiento de “cosas” refiere a una constante operación de actualización de sentidos, en base la oposición recordar/olvidar. Así, cuando un sistema “recuerda” algo no es porque lo haga de forma consciente (quiera recordarlo) sino porque es “un producto colateral de la forma de operación basal autopoiética” que se hace necesario toda vez que el sistema debe temporizar sus operaciones (y sus relaciones con el entorno) de forma tal que estas se presenten como acontecimientos.

Un segundo elemento importante asociado a la sedimentación semántica es el de reflexividad. Entendemos por reflexividad la capacidad de un sistema de referirse a sí mismo y por ende de operar sobre sus operaciones (autorregulación) (Corsi, Esposito y Baraldi 1995). En este sentido, la reflexividad debe entenderse como un proceso recursivo y básicamente funcional, es decir no es “algo” sino que solo es un “cómo”, y por tanto no está sujeto a elementos externos, siendo por tanto una meta-operación. La reflexividad es, por tanto, el proceso por el cual una organización (un sistema social o psíquico, en rigor) se auto-observa y a partir de ahí orienta ciertos componentes o elementos de sus operaciones. Una idea importante asociada a la capacidad de auto-reflexividad es la percepción de la distinción entre el sistema y el entorno generada por el propio sistema, pues a partir de dicha distinción se pueden diferenciar los procesos y operaciones propias y las que no lo son. Es decir, se posibilita el proceso de auto-observación y auto-descripción, lo que permitiría el reforzamiento (o no) de semánticas específicas que pueden considerarse (o no) constitutivas de la organización (es decir, para la organización). La reflexividad (auto-reflexividad o hetero-reflexividad) implica una observación del reservorio semántico de la organización, pero no puede hacerse sin ese mismo conjunto, expresando esto la lógica auto-productiva de la organización.

En síntesis, podemos señalar que la noción de perspectivas (orientación a futuro) será observada mediante la enunciación del reservorio semántico de SERC (en relación tanto al contenido temático expresado como a la posibilidad de auto y hetero reflexividad que estas permiten), de forma tal que sea posible configurar los elementos básicos del proyecto que dichas perspectivas involucran.

Ahora bien, esta propuesta general es desglosada en tres ámbitos parciales, es decir perspectivas científicas, perspectivas de mercado y perspectivas de políticas públicas. Para observar cada uno de estos tópicos, se utilizarán referencias conceptuales de “alcance medio” que permitan ordenar la información, generando un marco de análisis específico para cada elemento

## **Perspectivas científicas**

El primer elemento a explorar se asocia a la configuración de SERC como una organización de base científico-tecnológica. Es decir, son las semánticas de este tipo las que definen (definirían) de manera más general sus perspectivas. Con organización de base científica-tecnológica se entiende, en este caso, una estructura de roles, prácticas y operaciones definidas que está delimitada por un sistema de membrecías y cuyas operaciones como agencia están acopladas a la codificación científica, verdad/no verdad, así como a la tecnológica, útil/no útil (Cancino 2011).

Sin embargo, considerando que las membrecías definirán los límites formales de la organización, es importante señalar que la emergencia de redes de investigación (no necesariamente formalizadas) se vincula de manera compleja en la configuración de las operaciones de los investigadores miembros de la red. Como señala Cancino (2011) “las líneas de investigación y las redes, concebidas como fenómeno emergente, inciden en el modo como los investigadores generan conocimientos, en el modo como generan redes y, con ello, en la conformación de una estructura científico-técnica en un campo determinado del conocimiento”. Lo anterior es señalado en función de la complejidad con que debe ser observado el flujo semántico, puesto que los circuitos administrativos/formales no se corresponden necesariamente con los circuitos comunicativos de semánticas.

Entendiendo que el área de estudios de SERC, la Energía Solar, es un campo de reciente desarrollo, un concepto que permite describir sus perspectivas científicas es el de innovación. La innovación puede entenderse como una investigación orientada fuertemente a futuro con un perfil de aplicación y fuerte desarrollo tecnológico (Borup et Al 2006). Es decir, de manera general, los campos definidos bajo la idea de innovación se caracterizan tanto por sus perspectivas de desarrollo científico como de inclusión creciente de los avances desarrollados en diversas esferas de la sociedad. En este sentido, las perspectivas de innovación en un

campo determinado son entendidas como “generativas”, en tanto permiten definir un amplio espectro de elementos. En el ámbito externo (hetero-referencial) proveen legitimación, atrayendo interés público y vinculación con otros sectores (Borup et Al 2006). En el aspecto interno (auto-referencial) permiten guiar actividades, definir roles y deberes y generar planes de acción para eventos de riesgo y oportunidad (Borup et Al 2006).

La consolidación de una perspectiva de desarrollo orientada a la innovación influye en los aspectos tecno-científicos, promoviendo la producción de herramientas conceptuales, cálculos, procedimientos, proyectos y modelos que sean compartidos por la organización (Borup et Al 2006). Esto es, se genera una co-construcción de herramientas tecno-científicas, clave para la consolidación del campo emergente y para su reconocimiento dentro del ámbito científico extendido, al mismo tiempo que genera una distancia respecto a la ciencia “no innovadora”, que utiliza otras herramientas (por ejemplo, “las tradicionales”) (Borup et Al 2006)

Así, las nuevas tecnologías, como la solar, surgen en contextos específicos, y tienden *fertilizar* sus propias redes, buscando una configuración en base a perspectivas de desarrollo propias. Por contexto, se entiende el conjunto de redes, posiciones y semánticas (discursos) que configuran el estado actual de la ciencia, lo que en el presente caso será observado en términos de las observaciones de SERC (observación de 2° orden). Una perspectiva radical sobre el futuro (revolucionarias, podríamos decir) indicaría un proceso de quiebre y transformación en un contexto científico, mientras que uno estabilizado (expectativas *lentas pero seguras*) se aislaría tras lógicas de planificación, administración, etc. (Brown y Michael 2003).

En relación a las perspectivas vinculadas a beneficios y riesgos, es relevante comprender cómo la interacción entre metodología científica y los discursos (semánticas) *sobre lo que vendrá* actúa generando escenarios futuros, extrapolando paradigmas y diseñando predicciones (Brown y Michael 2003). Por

esto, la proyección nunca puede ser completamente cuantificable, si no que siempre involucra conceptos generalizables sustentados en orientaciones parciales y subjetivas.

### **Vinculación entre perspectivas de desarrollo en Energía Solar y mercado**

Como se señaló, los campos asociados a la innovación están vinculados con las perspectivas de incorporación de los insumos producidos en el mercado (Borup et Al 2006). En este sentido, su práctica científico-técnica está delineada, hasta un cierto punto, por las perspectivas de articulación entre ciencia y mercado.

Brown y Michael (2003) indican que en este sentido, el científico-técnico es tanto un “experto” como un “emprendedor”. Es decir, la certeza del avance o del éxito en un campo no puede asociarse sólo a los aspectos científico-técnicos, sino a sus impactos económicos, en un flujo que “no es contradictorio”, en tanto ambos se refuerzan mutuamente (Brown y Michael 2003), en un grado de imbricación que debe ser definido empíricamente. Las perspectivas de desarrollo de la Energía Solar deben, pues, observarse como articuladas con dinámicas de incorporación al mercado, dando cuenta del acoplamiento sistema científico-sistema económico.

Esta dinámica a nivel global puede ejemplificarse en la consolidación del *Clean Development Mechanism* (Mecanismo de Desarrollo Limpio, o CDM) como dispositivo de articulación entre la necesidad de una reducción de los impactos ambientales derivados del uso de combustibles fósiles y los requerimientos de desarrollo, crecimiento y eficiencia económica de las sociedades capitalistas contemporáneas (Byrne, Watson y Ockwell 2011)

El *Clean Development Mechanism* surge como acuerdo a partir de la renovación del Protocolo de Kyoto firmada en 2011. Se refiere a un conjunto de normas y

acuerdos que promueven el financiamiento de países desarrollados de iniciativas energéticamente sustentables en países no desarrollados, mientras que el “ahorro” de CO2 generado es convertido en Certificados de Reducción de Emisiones, sujetos a compra/venta en el mercado internacional bajo distintos procedimientos (Byrne, Watson y Ockwell 2011). Esta mercantilización de la tecnología de reducción de gases de efecto invernadero propicia el desarrollo del campo solar, pero a la vez sirve como marco conceptual para comprender en qué medida el mercado es un factor relevante para observar las perspectivas de desarrollo de la Energía Solar. En este sentido, las perspectivas de desarrollo presentes en SERC pueden ser observadas en relación a esta descripción, por ejemplo en la relación opuestas/favorables/neutrales, dando cuenta así tanto de la interacción entre sistemas como de la configuración de posiciones que de ella surgen.

### **Vinculación entre perspectivas de desarrollo en Energía Solar y Políticas Públicas**

En relación a las políticas públicas asociadas al desarrollo de la Energía Solar, las semánticas que se observarán están vinculadas con su gestación, delimitación y orientación. En primer término, podemos definir Política Pública como *“un proceso integrador de decisiones, acciones, inacciones, acuerdos e instrumentos, adelantado por autoridades públicas con la participación eventual de los particulares, y encaminado a solucionar o prevenir una situación definida como problemática. La política pública hace parte de un ambiente determinado del cual se nutre y al cual pretende modificar o mantener”* (Velásquez 2009). Es decir, las políticas públicas inciden en la forma, precisamente pública, que adoptará un determinado proceso de delimitación y problematización/solución de un fenómeno específico, por ejemplo leyes, programas estatales, construcción de agendas, entre otros.

Profundizando la idea, y de acuerdo con Olavarría, Navarrete y Figueroa (2011), la gestación y delimitación de las Políticas Públicas en Chile tienen un carácter que (es posible de clasificar como) jerárquico, en tanto aspectos claves para comprender dichos procesos son la presencia de un líder político con la capacidad de “movilizar estructuras” y equipos técnicos empoderados que la diseñen y gestionen, ambos situados en una coyuntura específica que posibilite su acción. Esto indica que, independiente de si SERC compone o no ese equipo de “técnicos empoderados”, es relevante comprender cómo describe y *semantiza* el proceso de construcción de las Políticas Públicas en la materia y cómo percibe la posibilidad de que su perspectiva de desarrollo incida en el proceso (directa o indirectamente), dado el contexto específico señalado.

### **Co-evolución de perspectivas: complejidad y acoplamientos**

Las tres dimensiones señaladas para observar las perspectivas que desarrolla SERC en la materia no son arbitrarias, sino que se derivan del carácter específico que adquiere el sistema científico en la sociedad contemporánea. Al respecto, Cancino (2011) señala la presencia de Dispositivos de producción de complejidad en el ámbito socio-técnico y socio-científico, *“que indican...espacios privilegiados de observación de interacciones entre dispositivos de intercambio (sujetos, objetos, mensajes). Dan cuenta de verdaderas “transiciones de fase” o puntos críticos de la evolución de un sistema complejo. Son fenómenos que indican gradientes evolutivas de complejidad. Finalmente, ofrecen un campo de distinciones en curso (procesos de producciones de distinciones en el campo en cuestión) que facilitan la identificación la “arquitectura del sistema”* (Cancino 2011). Lo anterior es señalado en tanto SERC, a partir de las características antes mencionadas, se puede observar como un espacio en el que interactúan y se procesan diversas comunicaciones y acoplamientos que no sólo generan indicaciones en el entorno, sino que dada su posición específica en el sistema científico nacional (la especificidad de su campo y la particularidad de su génesis y

relevancia), incrementan los grados de complejidad de las interacciones (simbólicas, sociales, técnicas) presentes en el campo de la Energía Solar.

Ahora bien, el concepto de dispositivo de producción de complejidad está asociado a la idea de Heterogeneidad dinámica de la ciencia, es decir “*la articulación/no articulación de la producción científica (la semántica de la clasificación disciplinaria/inter/transdisciplinaria) con los requerimientos sociales, productivos y de soluciones de innovación que a la ciencia se le demanda (semántica de la utilidad de la ciencia)*” (Cancino 2011). Es decir, no se trata de una complejidad exclusivamente interna, sino que generada a partir de multitud de interacciones y co-determinaciones entre los sistemas y el “entorno”, entre los cuales el sistema político y el científico son especialmente relevantes, dado el carácter “social” de la producción de conocimiento científico y por tanto intersectado de manera primordial con dichos sistemas funcionales (por ejemplo, vía financiamiento). De forma general, dichas intersecciones pueden ser entendidas como acoplamientos estructurales, es decir como enlaces de comunicaciones entre sistemas diferenciados (Sánchez 2011). Dichos acoplamientos emergen en contextos de diferenciación funcional, es decir son vínculos que no anulan las autopoiesis<sup>7</sup> de cada sistema involucrado (Luhmann 2006) pero que permiten el intercambio de, por ejemplo, recursos u otras prestaciones en un contexto en que ninguno de los sistemas involucrados puede reclamar un “primado” sobre el resto<sup>8</sup>. Es importante señalar aquí que los acoplamientos son siempre de tipo temporal, por lo que un sistema específico puede acoplarse de manera sincrónica o diacrónica con uno o varios otros

---

<sup>7</sup> Por autopoiesis se entiende el hecho de que un sistema social produce por sí mismo los componentes que lo constituyen, de modo que su emergencia no puede explicarse por elementos del entorno de dicho sistema. Para una discusión detallada del concepto ver Luhmann 2006; Rodríguez y Torres 2003; Maturana, Mpodozis y Letelier 1995.

<sup>8</sup>La diferenciación funcional se caracteriza “tanto por la *desigualdad* como por la *igualdad* de los sistemas parciales. Los sistemas de funciones son iguales en su desigualdad. De aquí su renuncia a asumir cualquier prioridad de la sociedad total en sus relaciones recíprocas. Aquí ni existe una desigualdad única (como en el caso centro/periferia), ni una forma de la sociedad total para relacionar transitivamente todas las desigualdades, evitando relaciones hacia atrás circulares. Precisamente estas relaciones son ahora completamente típicas y normales” (Luhmann 2006)

sistemas, continuamente integrándose o desintegrándose sin por ello comprometer sus operaciones internas, en lo que Luhmann (2006) señala como un fenómeno propio de las sociedades altamente complejas.

A partir de lo anterior, las perspectivas de desarrollo científico y las de tipo económico y político deben entenderse, si bien diferenciadas, como asociadas y co-evolucionadas en función de sus posibilidades, recursos, trayectorias y dinámicas de operaciones internas, los que constituyen un conjunto de condiciones de contexto que permiten dar cuenta de la contingencia e historización de los acoplamientos estructurales intersistémicos presentes en el campo de la Energía Solar.

Dichos acoplamientos son actualizados y operativizados al interior de organizaciones específicas, por lo que López (2007) señala que es posible conceptualizar a las organizaciones, en este caso a SERC, como *ecosistemas* donde operan diferentes sistemas sociales, junto a sus entornos (los miembros) y sus productos (conocimientos, por ejemplo). Es decir, la organización SERC puede ser concebida como un espacio acoplado de manera preferente al sistema científico, pero que interactúa de manera codificada (no puede sustraerse al código verdad/no verdad, propio del sistema científico) con el resto de las organizaciones asociadas a otros sistemas funcionales (por ejemplo, CONICYT al sistema político). En este sentido, dinámicas de acoplamiento entre sistemas, vinculadas a la co-evolución de perspectivas al interior de SERC, son un campo de observaciones relevante para la investigación.

En síntesis, la observación de la organización como un entorno para la emergencia de acoplamientos estructurales entre insumos del sistema científico con los sistemas político y económico es un eje conceptual relevante para la investigación.

### **Controversias científicas**

En el contexto de la Energía Solar resulta importante señalar la emergencia de controversias socio-científicas. De forma general, podemos indicar que “entendemos por controversia socio-científica un asunto de opinión científico y/o tecnológico en el cual existe discrepancia entre los diversos actores y fuerzas sociales que participan en el proceso (investigadores, científicos, opinión pública, administración, empresas privadas que financian los estudios), ya sea por desacuerdo, discusión o debate” (Moreno y Jiménez-Liso 2012). Es decir, que en un determinado campo existen posturas que se tensionan, ya sea en asuntos puramente científicos o bien en vinculación con otros actores, tales como sociales, políticos, etc. En este punto, la controversia implica una emergencia de complejidad, ya que uno de sus efectos sociales es la “incertidumbre” que se genera en torno al campo asociado (Densen y Hurley 2010), ya sea en términos de sus resultados (qué pasará) o incluso de credibilidad de sus participantes (por ejemplo, ¿los científicos mienten, se equivocan, etc.?). A partir de esto, la presencia de controversias socio-técnicas en SERC implica tanto su carácter dinámico como la presencia de actores (y semánticas, podemos hipotetizar) no necesariamente convergentes.

En el caso que nos interesa, este agujero negro en el vínculo social-científico puede observarse, por ejemplo, en relación a la resistencia pública a las transformaciones en el paisaje que la implementación de ERNC puede implicar (en el caso de la ES, pero también eólica y geotérmica) y en cómo afecta esto a comunidades cercanas (Pasqualetti 2011), pero también en relación a cómo comprender las relaciones entre el campo emergente y los sistemas políticos y económicos. Es decir, no sólo se trata de controversias “duras” (sobre datos o aspectos de ciencias básicas) sino sobre aspectos “blandos”: la inserción en el mercado de la ciencia, los mecanismos de difusión, etc., e incluso elementos epistemológicos que configuran no tanto el contenido de la CyT solar, sino más bien el despliegue que éste tiene (o debe tener) en la sociedad. En este sentido, la presencia de controversias que rodean a la emergencia de la ES un dato/hipótesis

que debe ser tomado en cuenta de forma importante en los análisis, puesto que las aproximaciones semánticas con que se aborda el problema dan lugar a la presencia de contenidos diversos y heterogéneos no siempre explicitados, o más bien “depositados” sobre núcleos semánticos no especificados a todo nivel (una semántica X puede contener elementos diversos).

Finalmente, la presencia de controversias (hipotéticas) al interior de SERC, debe comprenderse como un proceso de desarrollo normal de un campo nuevo, y como una señal de auto y hetero-reflexividad en ciernes, por lo que la observación de resoluciones (aunque sean parciales, dado el limitado espacio-tiempo que será observado) es un elemento clave para comprender las dinámicas de estabilización que el campo tiene/tendrá.

## **Capítulo V: Aproximación Metodológica**

En este apartado se señalan los principales aspectos metodológicos utilizados, donde se buscó la consistencia entre herramientas y objetivos con el fin de abarcar el total de problemas planteados. La investigación propuesta es de carácter descriptivo y cualitativo. Esto, pues se pretende caracterizar (describir) las “perspectivas de desarrollo de la Energía Solar” en el contexto de SERC, lo que será observada a través de la articulación de semánticas (flujos, tensiones y acoplamientos entre diversos procesamientos temáticos) al interior de la organización señalada.

### **Enfoque para-etnográfico**

En primer lugar, puede señalarse que se utilizó un enfoque paraetnográfico (Marcus 2007) para el proceso de obtención y procesamiento de información. Este marco es entendido como un conjunto de estrategias asociadas a una teoría de “alcance medio”, utilizando aportes puntuales considerados como pertinentes

antes que un posicionamiento general. Dicho enfoque se caracteriza por presentar un marco de producción de conocimiento de tipo colaborativo, en que la idea de “rapport” es reemplazada por la idea de “complicidad” entre “compañeros epistémicos” que se refieren a un tercer elemento, en este caso la perspectiva de desarrollo de la Energía Solar. Es decir, la figura de la “agenda del antropólogo” como mecanismo de estructuración de la obtención de datos se modifica, comprendiendo que los sujetos participantes también procesan información, configuran “discursos”, se refieren a elementos “externos” y en suma operan como observadores de segundo orden que ya han desarrollado reflexiones en torno a los objetivos de la investigación (si bien, desde otros lenguajes), los que son parte constitutiva de la etnografía, y así, comparten un rol epistémico clave explícito en conjunto con el investigador.

Un elemento básico de este enfoque es el concepto de lo “multi-situado” (Marcus 2007). Esto quiere decir que aquello que se pretende observar no circula por un espacio definido y cerrado (como en “una aldea”) sino que está en constante flujo entre actores diversos tanto territorial como culturalmente. Por esa razón, la identificación de un “estándar” pre-fijado como medio de filtrar de manera absoluta la información se convierte en un obstáculo, pues tiende a invisibilizar aspectos que pueden tener relevancia para la investigación pero que se encuentran procesados por los propios códigos de los “compañeros epistémicos”, de maneras diversas no contempladas en el diseño. Este enfoque es de particular relevancia para el caso a estudiar, dado que se trata de una organización que opera en red (diversos grupos de estudio situados en diversas regiones articulados por mecanismos de colaboración y coordinación, en que los espacios son trastocados de diversas formas), permitiendo observar fenómenos que co-habitan en flujos antes que en compartimentos. Un ejemplo claro, es la referencia fundamental en relación al potencial solar del Desierto de Atacama realizado desde investigadores localizados en otros puntos del país. Además, esto se complementa con el grado de expertiz que presentan los actores a observar, quienes, como se señaló, en

determinado grado ya operan como observadores de segundo orden en relación al fenómeno (por ejemplo, observándose como generadores de insumos para políticas públicas). En este sentido, se trató de estructurar una investigación de segundo orden que sea capaz de integrar no sólo observaciones de primer orden de los miembros de SERC, sino que también observaciones de segundo orden no explicitadas por la organización en sus lineamientos específicos, pero que si operan a niveles “latentes” y configuran aspectos específicos de la misma.

Un último aporte recogido desde el enfoque paraetnográfico se refiere a su disposición a tratar elementos culturales como no asociados a “tradiciones”, al “pasado”, sino que más bien como constituyendo prácticas cognitivas orientadas-a-futuro capaces de hacer emerger nuevas configuraciones de acciones y sentidos (Marcus 2007). Esta idea resulta de particular relevancia en campos asociados a nuevas tecnologías, tales como la Energía Solar, ya que los elementos semánticos que constituyen sus perspectivas de desarrollo tienden (a partir de la revisión bibliográfica realizada) a posicionarse en términos de ruptura con el actual estado socio-tecnológico (por ejemplo, la matriz energética fósil) y presentan orientación a futuro (por ejemplo, al hablar de potencialidades de la Energía Solar).

A partir de este enfoque, se interactuó de manera dinámica con los actores involucrados, utilizando diversos mecanismos de recolección de datos y orientando la investigación hacia ámbitos específicos (temas relevantes). De este modo, se privilegió la perspectiva cualitativa, dada su mayor pertinencia para trabajar con las dimensiones semánticas, que se encuentra vinculadas de manera fundamental con los objetivos del proyecto.

### **Técnicas aplicadas**

Si bien la noción clásica de Etnografía implica una presencia continua y de largo aliento en el territorio, el enfoque paraetnográfico es mucho más flexible, dadas las características de su propuesta: multi-situada, fluida y dinámica. En este sentido, y

en la medida de que los objetivos son parciales (no se buscó una descripción totalizante de SERC) y referidos a un aspecto puntual de la configuración semántica de la organización, parece justificado el uso de una observación también parcial que permita generar mayor rendimiento al tiempo y a las herramientas utilizadas. Las técnicas utilizadas fueron:

Entrevistas semi-estructuradas (de pauta abierta): realizadas a miembros de SERC y a sujetos externos, en base a los tópicos pertinentes. (Registro audio digital). La entrevista semi-estructurada es una herramienta útil en este caso, ya que permitió explorar las percepciones y opiniones de los entrevistados abarcando diversos puntos de interés. Además, dada la variedad de formaciones, historias y trayectorias del conjunto de entrevistados, se dificultaba la aplicación de un instrumento estandarizado (Barribal y While 1994).

Observación directa: realizada tanto en instancias internas como en instancias abiertas. Se usó registro escrito (cuaderno de campo). Este instrumento resultó pertinente para el enfoque planteado puesto que permitió al investigador indagar en las dinámicas internas de la organización como un elemento contextualizador de la recopilación de datos cualitativos (Vinten 1994), lo que permitió un mayor rendimiento de los datos obtenidos. Además, al estar inmerso en una actividad definida por la organización, el investigador pudo obtener mayor información y de un nivel más profundo (Vinten 1994), permitiendo un adentramiento y una cierta “claridad” en relación al tema que la simple conversación (entrevista) no permite: dinámicas de grupo, actitudes, lenguajes colectivos, etc.

Estas dos herramientas pretendieron dar cuenta del reservorio temático presente en SERC en diversas instancias, buscando describir sus configuraciones e interrelaciones en términos de un “campo de perspectivas” por el que circulan las semánticas asociadas.

## **Diseño muestral**

La muestra es de tipo teórico e intencionada (tomando prestado el concepto desde la Teoría Fundada, por ejemplo Backes et Al 2012), es decir se buscaron patrones de procesamiento semántico a partir de una clasificación teórica que, a manera de reductor de complejidad primario, nos permitirá abordar el campo a observar en determinados “tipos” que, teóricamente, generan diversificaciones en ese nivel (Pla 1999) (es decir, diversidad de semánticas). Lo importante de este muestreo es que permite identificar “sujetos” cuya “visión de la realidad permite generar conceptos teóricos” sobre el objeto de estudio” (Pla 1999). A partir de esto, se espera lograr la saturación conceptual de las categorías que emerjan de los datos acopiados y analizados, teniendo en cuenta que tanto las categorías de muestreo como las de análisis de la información son comparadas y actualizadas a medida que fluye y es analizada la información. Esto, tanto en función de criterios teóricos como de los procesamientos propios de los actores investigados. Las categorías que sirvieron de base para la elaboración de la muestra son:

*Tabla 5. Categorías utilizadas para diseño muestral*

<b>Ámbito de investigación</b>	<b>Rol en SERC</b>
Ciencias Sociales (3)	Consejo Consultivo (3)
Ciencias de la Ingeniería (4)	Investigador (5)
Otras Disciplinas (2)	Externo (1)

Las categorías señaladas son oportunas en tanto dan cuenta de: la diversidad de experticias y enfoques conceptuales presentes en la organización como de la diversidad de roles a partir de los cuales el tema en cuestión puede ser observado. Estos elementos permiten señalar el grado de complejidad de la red de relaciones que configura a SERC y a sus miembros, lo que se asume permite observar distintos procesamientos semánticos y de flujos en su interior. A estos ángulos se espera agregar otros derivados de la co-construcción de códigos de análisis, es decir distinciones que en el nivel del diseño no son percibidas. En este punto, es importante considerar que la delimitación de SERC son miembros formalizados, con un rol en la organización (excepto la entrevista externa).

A partir de estas categorías, se realizaron 9 entrevistas semi-estructuradas a miembros de SERC y 1 a un experto externo, con el objetivo de complementar/contrastar la información en determinados aspectos, es decir buscando el grado aproximado de acuerdo entre las perspectivas de SERC y las de otros expertos en cada uno de los ámbitos de investigación señalado, operando así como un tipo de *control* de los datos recogidos. Se debe acotar que el universo de SERC es de aproximadamente 40 personas, por tanto, podemos indicar que la muestra en estudio es de un tamaño considerable (datos aproximados tomados de [www.sercchile.cl](http://www.sercchile.cl) en 2014), aunque, obviamente, el muestreo cualitativo no busca representatividad estadística.

### **Observaciones directas**

Las Instancias observadas fueron tres:

- 1) Taller de Macro-Preguntas: llevado a cabo entre el 2 y 3 de octubre de 2014 en Mantagua, V Región. Se realizó un registro escrito de las dinámicas observadas y temas desarrollados, además de conversaciones informales con miembros de SERC. (La invitación fue solo para el primer día de Taller).
- 2) Presentación de Roberto Román (Investigador SERC y Profesor de la U. de Chile) en el Seminario Energía y Sociedad en Chile organizado por el Núcleo Milenio Energía y Sociedad en la Universidad Alberto Hurtado, el 3 de julio de 2015. La presentación fue en el marco de la mesa #2 del seminario, “Desafíos Sociales y Políticos de la transición hacia una matriz energética renovable”. Se realizó registro escrito de la actividad.
- 3) Seminario de lanzamiento del proyecto “Solar Mining Chile”, enfocado en las sinergias entre minería y energía solar, investigación conjunta entre las Universidades de Chile y de Stuttgart, Alemania. La instancia se desarrolló

el 7 de julio de 2015 en dependencias de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile y contó con la participación de expositores de la U. de Chile y de la U. de Stuttgart, además de personas del mundo privado. En concreto, se hizo registro de las exposiciones del Dr. Johannes Gediga, miembro de *Thinkstep*, empresa que desarrolla softwares para minería, y del profesor Roberto Román, investigador de SERC y Profesor de la U. de Chile.

### **Documentos utilizados**

Se incluyó en el análisis el informe que registró las actividades realizadas en el Taller de Macro-preguntas, redactado por investigadores externos al Centro.

### **Procedimientos de análisis utilizados**

En primer lugar, se utilizó una codificación abierta y posterior elaboración de síntesis de códigos para aglutinar semánticas en torno a los tres ejes principales de observación de perspectivas: Ciencia y Tecnología Solar, Vinculación con el Mercado y Vinculación con las Políticas Públicas (aplicado tanto a entrevistas como a textos). Por codificación se entiende la “fractura, conceptualización e integración de los datos” para dar forma a una teoría (dispositivo explicativo, descriptivo, etc.) (Rodon y Pastor 2007). Para ello, se parte desde el micro nivel (frases, sentencias) a partir de los cuales emergen códigos que permiten ir agrupando los datos, hasta llegar a conjuntos mayores (Rodon y Pastor 2007).

Dicha codificación se acopló con el enfoque paraetnográfico en el sentido de que se utilizaron códigos explicitados por los sujetos entrevistados de acuerdo a los rendimientos explicativos que éstos entregaron. Es decir, el investigador incorporó categorías de análisis utilizadas por los entrevistados o por los textos (de acuerdo a su pertinencia con los objetivos de la investigación, y también acorde a los

criterios del investigador), por lo que su trabajo consistió de forma más específica en darles una organización coherente basada en el marco teórico presentado, y no solamente una reformulación o reinterpretación de un cúmulo de datos “neutrales”. Esto permitió introducir en el análisis de mejor manera aspectos no vinculados directamente con los sujetos contactados, sino también con aquellos que son observados por los primeros, permitiendo abarcar un campo de perspectivas mayor. Se utilizó *Atlas Ti* para facilitar este análisis.

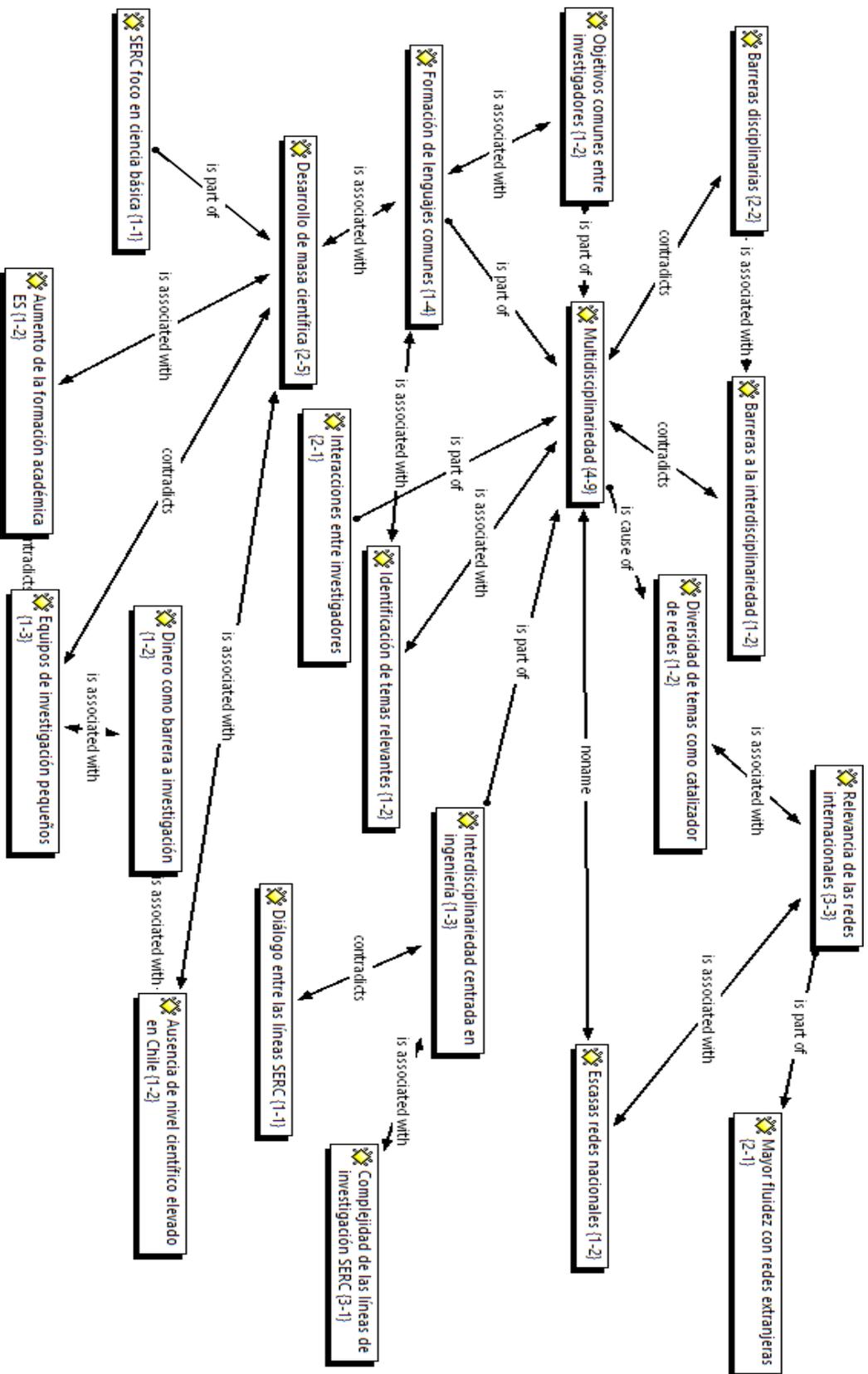
Un segundo análisis se refiere a la circulación de flujos de semántica al interior de la organización. Es decir, no sólo se presentan las principales tematizaciones que emergieron a partir de los datos obtenidos, sino también el cómo éstos circulan, se acoplan o se tensionan entre sí. Para ello, se procedió a la construcción de redes semánticas que coordinen los diversos procesamientos temáticos en campos de sentido más amplios, poniendo énfasis en sus interrelaciones y en la capacidad de las redes semánticas de mostrar la formación de perspectivas en torno al tema planteado.

En este punto, es importante señalar que las redes semánticas, en tanto observaciones de segundo orden, no corresponden a “hechos” sino a campos de sentido que permiten ordenar la información de forma más o menos delimitada, integrando nodos entre sí, en distintos tipos de relaciones, a partir de orientaciones temáticas señaladas tanto por los investigadores (relevando el carácter paraetnográfico del proyecto) como por el autor. Así, huelga decirlo, no se espera obtener una imagen “objetiva” de las ideas presentes en SERC en esta materia, sino un conjunto relativamente ordenado de redes semánticas que describan los datos obtenidos y permitan, a partir de ellas, indagar en las formas en que los sistemas sociales procesan el tema de la Energía Solar.

## **Capítulo VI: La Ciencia y Tecnología de la Energía Solar en las perspectivas de SERC**

La primera dimensión analizada es la de Ciencia y Tecnología. Esta dimensión es la que permitió recabar mayor información en términos tanto de códigos como de formación de redes semánticas. Se pudieron construir tres redes particulares, presentadas a continuación junto con sus análisis y conclusiones específicas.

Red Semántica 1. Redes y Líneas de Investigación. (Dimensión Ciencia y Tecnología)



## **Red Semántica Ciencia y Tecnología Nº1 “Redes y líneas de investigación en Energía Solar”**

En esta Red se agruparon aquellos procesamientos semánticos relacionados con dos elementos: las líneas de investigación consideradas como importantes para el desarrollo de la Energía y Solar y las redes científicas involucradas, tanto de forma concreta como potencial, en dicho proceso.

Como primer elemento relevante, se presenta un nodo que indica el carácter “multidisciplinario” de la investigación en Energía Solar. Tiende a asumirse así, que es necesaria la aportación tanto de ciencias naturales como ingenieriles y sociales, tratando de otorgar grados de relevancia similares a los diversos enfoques presentes en las líneas de investigación. Sin embargo, la integración y coordinación de las distintas disciplinas, lo que se puede entender como el paso de la multidisciplinariedad a la interdisciplinariedad, tiene como obstáculo el fuerte componente ingenieril que actúa como núcleo o centro de una parte importante del proyecto, señalado con el nodo “interdisciplinariedad centrada en ingeniería” . Uno de los procesamientos semánticos relevantes en este sentido, es la problemática sobre los mecanismos de diálogo entre las líneas de investigación como una forma de evitar aislamientos de diverso tipo: disciplinarios, territoriales e incluso reflexivos sobre la constitución del proyecto en la actualidad y a futuro, elementos agrupados en el nodo “diálogo entre las líneas SERC”. Un elemento importante de señalar aquí es la necesidad de generar comunicación entre los investigadores con independencia de la forma de trabajo con que operan. Por ejemplo, evitar que solo aquellos componentes más propios de las áreas sociales, observados como más propensos a la comunicación entre componentes, tengan instancias estables en ese sentido, integrando así a aquellos menos propensos a ella.

En relación a la interdisciplinariedad, se asocia como elemento relevante el de la “complejidad de las líneas de investigación”, entendida en su diversidad. Entre las más interesantes, se aprecia la amplitud y relevancia de cada línea, susceptible de

englobar por sí mismas proyectos de investigación de gran alcance. A esto, se puede añadir la complejidad social de las líneas de investigación en términos de su vinculación con actores e intereses sociales plurales, reflejada principalmente en la línea de trabajo de “Sistemas de Coordinación de la Energía Solar para las comunidades rurales y urbanas” y la línea “Energía Solar en la industria minera”. Esta situación se observa como compleja en tanto ambas líneas ponen en relevancia aspectos diversos y muchas veces contrapuestos presentes en la gran minería del norte de Chile, a lo que se añade la problemática de trabajar con actores cuyo diferencial de poder es evidente, como es el caso de las empresas mineras y de las comunidades rurales. Finalmente, la complejidad de las líneas de investigación se puede apreciar en relación a los avances en el trabajo de cada línea, por ejemplo en cuanto a los balances de presentaciones, publicaciones, etc. Es decir, no hay un desarrollo uniforme de SERC en cuanto a productividad científica entre las líneas. Estos tres elementos son indicadores de la complejidad en términos de organización y de vinculación con la sociedad, presentes en el proyecto.

Volviendo a la interdisciplinariedad, otro elemento interesante de asociar es la observación acerca de las dificultades para constituir redes de investigación a nivel nacional (no refiriéndose a ninguna disciplina en particular), bajo el nodo “Escasas redes nacionales”. Se habla incluso de una “*cultura*” del trabajo individual de los investigadores. Evidentemente, esto se presenta como un obstáculo a la estabilización del trabajo interdisciplinario, al menos a nivel nacional.

En este mismo aspecto, se señala que muchas veces es menos difícil la estructuración de redes de investigación a nivel internacional, y que no es extraño el hecho de que investigadores tengan mayores redes en el extranjero que en el país, las que así se vuelven más relevantes. Esto se ha señalado con los nodos

“Relevancia de las redes internacionales” y “mayor fluidez de comunicación con redes extranjeras”. Esta mayor fluidez de las redes internacionales se puede apreciar como un modelo para el desarrollo local y como un aliciente para el incremento de las iniciativas nacionales.

Las redes de investigación, tanto nacionales como internacionales, son uno de los factores claves en el desarrollo de la investigación en Energía Solar, considerando el carácter multidisciplinar que se le asigna a este campo, elementos agrupados en el nodo “Diversidad de temas como catalizador de redes”. De este modo, se puede señalar que la diversidad temática en el tratamiento relativo a la energía solar es uno de los catalizadores de formación de redes más importantes, y que uno de los aspectos de la configuración de temas a desarrollar es precisamente su carácter multi/interdisciplinar. A mayor diversidad o amplitud temática (recordemos que esta es una de las características consideradas como relevantes de la complejidad de las líneas de investigación), se implicaría un fortalecimiento mayor de las redes científicas.

Otro elemento relevante en relación a la semántica de la multidisciplinariedad, es la presencia de “barreras a la interdisciplinariedad”. Entre algunos de los factores asociados a la falta de integración en las investigaciones se indican el hecho de que el proyecto está compuesto por diversas casas de estudio y el concepto de territorialidad, es decir la idea de que un determinado territorio se asocia a un determinado investigador, el que tendría una suerte de “feudo” en lo que respecta a su observación científica. En esta misma línea, la presencia del nodo “barreras disciplinarias” es otra semántica que puede incorporarse al conjunto de procesamientos relacionados con la multidisciplinariedad, refiriéndose por una parte a las dificultades para que las problemáticas sean abordadas efectivamente desde diversos ángulos epistémicos (se cita por ejemplo, las dificultades de las ciencias económicas para sobrepasar la visión de costo/eficiencia). Por otro, al modelo educativo tanto escolar como superior existente en el país y su impacto directo en la formación de los investigadores, el que presenta dificultades para

promover visiones holísticas sobre los fenómenos estudiados y tiende a la departamentalización o directamente a la “feudalización” de las universidades o facultades. Esta semántica no fue incorporada en las barreras a la interdisciplinariedad por tener implicancias de mayor alcance, referidas a la observación del sistema educacional del país.

Ahora bien, en la medida de que la semántica de la multidisciplinariedad es clave para la comprensión de la red semántica presentada, resaltan también tematizaciones centrípetas, es decir que reflexionan sobre los procesos que aceleran o incentivan las vinculaciones entre investigadores.

En este campo, se señala que existe mayor vinculación entre investigadores que tienen temas e intereses similares, lo que puede ser entendido como “objetivos comunes entre investigadores”. Esto adquiere un mayor nivel de profundidad al estar vinculado con los procesos de “formación de lenguajes comunes” entre diversas disciplinas, es decir la capacidad de generar conceptos que permitan ser apropiados por el conjunto de miembros del proyecto con sentidos más o menos similares, facilitando por ejemplo aprendizajes mutuos entre las líneas.

El nodo “lenguajes comunes” se vincula, a su vez, con otros dos conceptos. Por un lado, la “identificación de temas relevantes” como una de las tareas esenciales del desarrollo de la Energía Solar. Esto implica la capacidad de definir temas con la posibilidad de convertirse en investigación de punta, incluso a nivel mundial, y que además adquieran importancia social (por ejemplo, proyectos de acumulación energética que permitan complementar el desarrollo de la Energía Solar). La relación se da en tanto el atributo “relevante” no puede estar sujeto exclusivamente a una disciplina exclusiva sino que debe ser compartido de forma multi/interdisciplinar.

El segundo concepto vinculado es el de “Desarrollo de masa científica”, es decir la presencia suficiente de investigadores de nivel en las distintas áreas involucradas, existiendo así la posibilidad de procesar distintos temas relacionados al desarrollo

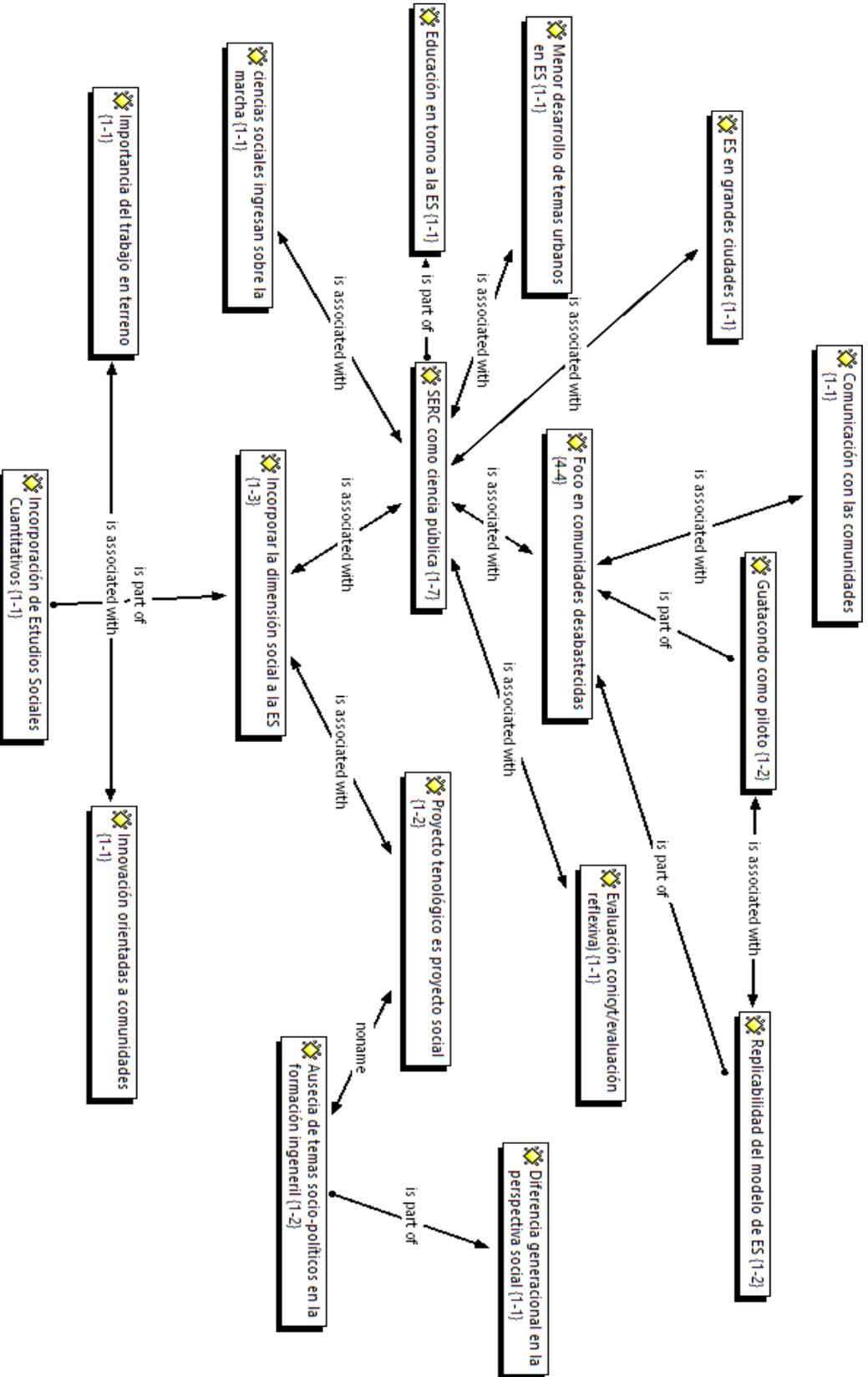
de la Energía Solar de forma oportuna. Se tiende a apreciar que en nuestro país esta “*masa científica*” se encuentra aún en desarrollo, y es justamente una de las tareas de SERC el aportar a su consolidación.

Profundizando en el nodo “Desarrollo de masa científica” se aprecian que adquieren importancia tres nodos que permiten comprender de mejor forma su proyección. En primer lugar, debiera incorporar un foco en “ciencia básica” (v.g. materiales), es decir una investigación enfocada directamente en temas o preguntas científicas puras, y desde donde abrir la posibilidad de generar insumos para la elaboración de políticas públicas, por ejemplo. En segundo lugar, se asocia al incremento de formación académica de pre y post grado en relación a la Energía Solar, situación que tiende a ser observada como ya en curso pero que debe seguir creciendo.

Lo anterior puede entenderse como una forma de subsanar el tercer elemento vinculado al “desarrollo de masa científica”, el nodo “equipos de investigación pequeños”, entendido como una dificultad para el desarrollo científico, sobre todo al compararse con la situación en países más avanzados en investigación en el campo de la Energía Solar. La idea de que los equipos están compuestos por “*una persona y un par de ayudantes*” sintetiza este nodo de buena forma. Finalmente, el “Desarrollo de masa científica” puede observarse como uno de los elementos claves para promover el incremento del nivel científico del país, entendiendo que algunas observaciones señalan que solo en los últimos años se ha venido desarrollando ciencia de nivel elevado, conceptualizada como de nivel mundial, especialmente en las áreas de ingeniería, postura integrada bajo el nodo “ausencia de nivel científico elevado en Chile”. Esto no implica que no exista ciencia de nivel alto, sino más bien que la formación no ha sido estable o constante como para desarrollar áreas científicas que puedan ser caracterizadas en su conjunto de ese modo, considerando que se señala como excepción las ciencias biológicas y químicas.

Ahora bien, los dos últimos nodos señalados (“equipos de investigación pequeños” y “ausencia de nivel científico elevado en Chile”) pueden asociarse al nodo “dinero como barrera a la investigación”, es decir, los recursos económicos como un obstáculo para el desarrollo y consolidación de ciencia de alto nivel en nuestro país, lo que puede entenderse como un factor clave en la comprensión de los nodos indicados al principio.

Red Semántica 2. Ciencia Pública y Comunidades (Dimensión Ciencia y Tecnología)



## **Red Semántica Ciencia y Tecnología Nº 2 “Ciencia pública y comunidades”**

En la segunda red de CyT se agruparon aquellos procesamientos asociados al tratamiento de elementos de relevancia pública (es decir, externos al puro interés científico) y otros elementos sociales, especialmente la noción de comunidades y su relación con la Energía Solar tanto actual como en términos de perspectivas.

Como primer elemento relevante de esta red, se puede señalar el nodo “SERC como ciencia pública”, referido a la observación sobre la cercanía del proyecto con instancias de toma de decisión, por ejemplo investigadores vinculados con diseños de políticas públicas. Esta apertura de la producción científica hacia las instancias sociales/políticas es lo que puede ser atribuido como el carácter público del trabajo científico en SERC.

En asociación con el nodo “SERC como ciencia pública” es posible indicar un conjunto de conceptos que configuran ciertos aspectos generales de la relación del proyecto con, precisamente, lo público.

Entre los principales, se encuentra el nodo “foco en comunidades desabastecidas”, caracterizado por el interés de generar beneficios que lleguen directamente a sectores vulnerables de la población del país, incluyendo aquellos aislados geográficamente o culturalmente (por ejemplo, comunidades indígenas). En este sentido, el concepto “desabastecido” refiere a la posibilidad de no solamente aumentar su acceso energético, sino también que este acceso permita un desarrollo en otros aspectos de la vida comunitaria (económicos, sociales, etc.).

Vinculados directamente con el nodo recién señalado, se pueden indicar otros dos procesamientos semánticos. La relevancia de mantener “comunicación con las

comunidades”, es decir de mantener un contacto no solo técnico-ingenieril en relación, v.g., la instalación de una micro-red, sino también uno en el que exista un intercambio mayor de visiones y posturas sobre las problemáticas y posibles soluciones que el proyecto está en posición de abordar, haciendo a las comunidades partícipes en un grado mayor del trabajo que se realice en los territorios.

Ya de forma más particular, se indica que la experiencia desarrollada en Guatacondo puede ser observada como un “piloto”, es decir como un modelo susceptible de replicabilidad en otras localidades del país. Este nodo es relevante pues es indicativo de la perspectiva de alta penetración de proyectos asociados al desarrollo comunitario de Energía Solar que se contempla llevar a cabo. En su calidad de modelo piloto, lo relevante no son tanto sus efectos inmediatos en el desarrollo de Guatacondo (hablando desde la perspectiva de esta tesis) sino la posibilidad de servir tanto de lineamiento general para intervenir en la esfera social como el definir un “espacio” considerado como prioritario para dicha intervención. En este sentido, lo “piloto” es indicativo tanto de las acciones realizadas (cuya especificidad sobrepasa los objetivos del presente trabajo) como de un tipo de interacción social que se busca dinamizar; a saber, comunidades vulnerables-energía solar. Esto se indica en el nodo “replicabilidad del modelo”

Ahora bien, este procesamiento relativo a las comunidades tiene un foco rural, y en contraste, se aprecia una observación sobre el menor “desarrollo de temas urbanos en Energía Solar”, es decir referido a la formulación de modelos de intervención específicos para contextos de comunidades urbanas, lo que implica tanto diferencias tecnológicas como de aproximación social. Este menor desarrollo, en todo caso, se señala como algo a subsanar a medida que avance el proyecto. Y en esta misma línea, uno de los intereses señalados es el comenzar a implementar proyectos en núcleos urbanos relevantes, señalándose a Calama como un lugar apto para estudios exploratorios.

Siguiendo con los lineamientos de la “ciencia pública”, las perspectivas de desarrollo de la “educación y difusión en torno a la Energía Solar” son otro componente relevante. La presencia de dichos procesamientos es importante pues considera un vínculo específico entre el desarrollo de un tipo específico de perspectiva científica-tecnológica y grupos sociales determinados (los que reciben la comunicación de dicha perspectiva).

A partir de la semantización sobre “ciencia pública”, uno de los elementos que llama la atención es la referencia al ingreso “*sobre la marcha*” de las ciencias sociales al proyecto. Es decir, quedando más o menos establecida una ruta de acción centrada en los aspectos ingenieriles y de ciencias básicas, a partir del mismo proceso de interacción con las comunidades se reflexiona sobre la necesidad de incorporar a expertos en dicho trabajo. Si bien esto se da en una etapa temprana del proceso, es indicativo de las complejidades que trae aparejado el enfoque público de buena parte del trabajo de SERC.

Adentrándose en este aspecto, se hace patente la necesidad de incorporar de forma amplia las observaciones y elementos derivados de las ciencias sociales, como un componente más en el trabajo a realizar. Esto queda establecido en el nodo “incorporar la dimensión social a la Energía Solar”, caracterización que deja en claro el papel relevante de dicha aproximación al tema.

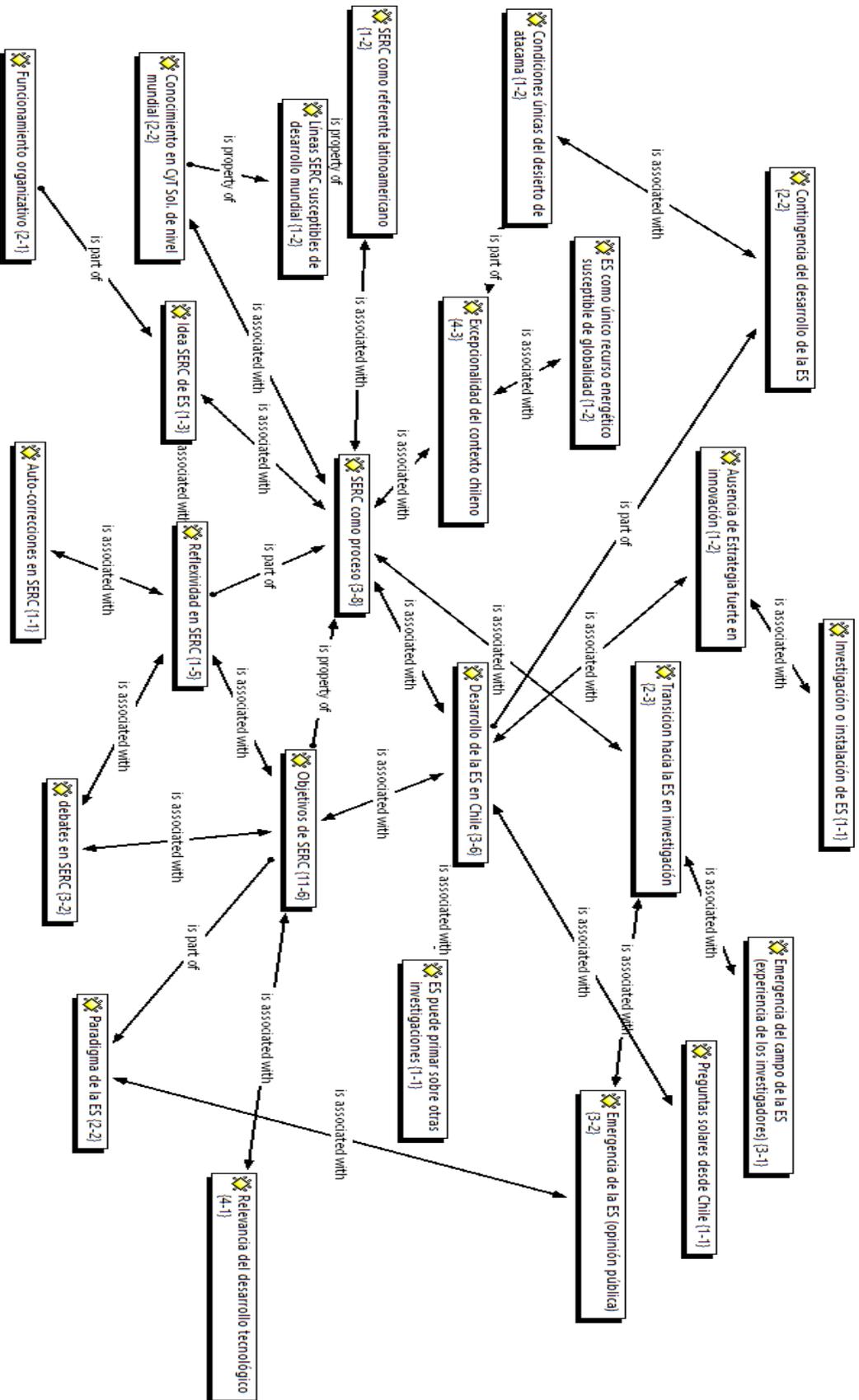
En particular, esta aproximación puede asociarse con tres nodos específicos. En primer lugar, “Importancia del trabajo en terreno”, es decir del contacto directo con comunidades u otros actores sociales con los que se espera trabajar. La importancia que se le asigna a esto se refiere sobre todo a aquellos investigadores no familiarizados con las complejidades del trabajo con grupos sociales. Un segundo elemento vinculado es el de “innovación orientada a comunidades”, referido al desarrollo de tecnología enfocadas en los requerimientos de comunidades con acceso reducido a energía. Una de las características de este procesamiento semántico es la incorporación de tecnologías tanto foto-voltaicas

como térmicas, permitiendo la incorporación de distintos tipos de aproximación técnica a la Energía Solar.

Un cuarto nodo asociado a la incorporación de la dimensión social en la Energía Solar fue definido como “proyecto tecnológico es proyecto social”, entendido como la inherencia de los efectos sociales que trae consigo la implementación de soluciones tecnológicas, sobre todo porque se considera que “*es la gente la que va a usar las tecnologías*”. Ahora bien, esta inherencia no es tan evidente si se considera el nodo señalado como “ausencia de temas socio-políticos en la formación ingenieril”, es decir la carencia de herramientas de observación referidas a temáticas socio-políticas (y si se quiere, agregar la dimensión cultural) que, como se ve, son relevantes para la comprensión del desarrollo tecnológico en energía solar. Sin embargo, un elemento interesante señalado en asociación a lo anterior es la “diferencia generacional en la perspectiva solar”, referida específicamente a una mayor conciencia sobre las dimensiones sociales de la temática entre aquellos investigadores más jóvenes, siendo una posible explicación la mayor presión académica que tienen los investigadores de mayor edad, experiencia y responsabilidades y por lo tanto una menor disposición a profundizar en áreas consideradas menos productivas. Esta brecha generacional implicaría una tendencia creciente a incorporar las observaciones de índole social en el devenir del proyecto, a medida que los jóvenes adquieren mayor relevancia en los proyectos, siempre y cuando se mantenga la relevancia de esta arista en la investigación.

Finalmente, y en el contexto de esta red semántica, se puede indicar que los aspectos sociales incorporados al proyecto se asocian a un tipo de evaluación interna (reflexión interna) que transita por canales distintos a los de la evaluación institucional que implica un proyecto FONDAP. Esta distinción entre “evaluación conicyt/evaluación reflexiva” sería, pues, una forma emergente de procesamiento interno de la organización para incorporar a sus operaciones comunicativas aspectos sociales considerados relevantes.

Red Semántica 3. Emergencia de Ciencia y Tecnología Solar en Chile. (Dimensión Ciencia y Tecnología)



## **Red Semántica Ciencia y Tecnología N°3 “Emergencia de la Ciencia y Tecnología Solar”**

En esta red se agruparon aquellos procesamientos semánticos asociados a la emergencia de Ciencia y Tecnología propiamente ligada a los temas de Energía Solar, tanto a nivel país como a nivel global. Puede entenderse como la tematización de una empresa científica específica dedicada a estos puntos.

En ella, uno de los conceptos principales es el nodo “Desarrollo de la Energía Solar en Chile”, que trata de sintetizar el alto dinamismo de este tipo de energía en Chile en términos de su expansión, observada como mayor a lo esperado, el aumento en la capacidad de generación y el descenso de los costos asociados, formando así una condición de contorno a un conjunto de nodos que especifican elementos relevantes de dicho desarrollo desde la perspectiva científica.

Un primer nodo relevante en este campo es el de “Preguntas solares desde Chile”, que pone acento en la capacidad de los investigadores chilenos de formular y trabajar en problemas específicos de la realidad nacional en lugar de simplemente adaptar preguntas generadas en otras latitudes. Es decir, tratando de invertir la lógica de la investigación, de modo que preguntas surgidas acá puedan ser interesantes de trabajar por centros extranjeros.

Siguiendo con el análisis, podemos encontrar otros procesamientos semánticos importantes. “Ausencia de un estrategia fuerte en innovación”, entendida como la falta de una planificación de gran escala que busque posicionar a Chile como un foco tecnológico fuerte en relación a lo solar. Así, pese al desarrollo del sector, se señala que los esfuerzos siguen estando asociados a temas puntuales en lugar de dar paso a una estrategia general que los agrupe y oriente en términos de fomento a la innovación. Asociado a lo anterior, el nodo “investigación o instalación de ES” trata de señalar la presencia de dos posibles líneas a seguir: por un lado, investigación científica que defina cuál es el potencial energético de lo solar en

nuestro país, y desde ahí decidir procesos de instalación o implementación del recurso, etc., o bien, tomar la decisión de instalar plantas sin tener una certeza científica del potencial, generando evaluaciones *post-facto* sobre sus beneficios. Estas dos formas de desarrollar el recurso asignan un rol diferente el aporte que desde la ciencia se puede hacer, pues en el primero ésta tiene una función sumamente activa y relevante en cuanto al devenir de la Energía Solar, mientras que en el segundo su función es más reactiva.

En relación al desarrollo de la Energía Solar, otro nodo considerado de importancia es “Contingencia en el desarrollo de la Energía Solar”, entendida como el hecho de que “*no es evidente*” que la Energía Solar vaya a ser seleccionada como la protagonista del desarrollo energético nacional, básicamente por razones esgrimidas desde la observación económica relativas a la falta de información sobre su potencial, especialmente en comparación con otros candidatos (hidroelectricidad, por ejemplo). Esta contingencia semántica puede ser observada como un elemento de tensión respecto a las perspectivas más optimistas de desarrollo del campo solar.

Dicho optimismo, sin embargo, se encuentra a su vez coligado a otros nodos protagónicos en las semánticas de lo solar. Primero, “Condiciones únicas del desierto de Atacama”, elemento que es considerado como una de las principales fortalezas en cuanto a la capacidad del país de desarrollar lo solar a gran escala. Lo anterior es reforzado al comparar a Chile con otros países que ya ha iniciado procesos de penetración de gran escala, como Alemania, que no cuentan con la abundancia del recurso solar en las cantidades disponibles en el norte chileno. Este nodo puede entenderse como parte de “Excepcionalidad del contexto chileno”, que incorpora no solo los aspectos geográficos/físicos de nuestro país (la presencia del recurso solar, sí que quiere) sino la posibilidad de aprovechar de forma intensiva aquella posibilidad y así elevarnos como potencia solar global. Es decir, la presencia del recurso más elementos sociales y científico-tecnológicos constituirían la base para la formación de Chile como potencia energética. Unido a

lo anterior, se presenta de forma muy potente el nodo “Energía Solar como único recurso energético susceptible de globalidad”, es decir que la excepcionalidad del caso chileno también está asociado a la capacidad de la energía solar de volverse el recurso energético de mayor importancia en el mundo, lo que incrementaría la relevancia del trabajo a desplegar en Chile en la materia.

En este punto, se hará referencia a otro nodo central para esta red semántica, denominado “SERC como proceso”. En concreto, dicho nodo hace referencia a la capacidad de SERC de “*fundamentar el asunto*” del desarrollo de la Energía Solar, lo que no se remite a una acción definida puntualmente sino a un encadenamiento de acciones que se pueden resumir en generar un cúmulo de investigación básica relevante que permita, justamente, fundamentar nuevas iniciativas y proyectos que avancen hacia una mayor comprensión de la temática de acuerdo a las particularidades de nuestro país. Esto implica, por cierto, mayores grados de formación profesional, lo que se vería ratificado por la posibilidad de posicionar a investigadores asociados al centro en cualquier parte del mundo. Asimismo, esta estabilización de la investigación solar generada en SERC implicaría mayores posibilidades de acceder a recursos a futuro, sirviendo de base para continuar con la temática a mediano y largo plazo. Es decir, SERC como proyecto que se mira hacia el futuro y como en constante re-actualización.

Ahora bien, este “proceso” puede ser relacionado con nodos semánticas que participan de su especificación. Entre los principales se pueden señalar los siguientes.

Relacionados con su carácter de polo de desarrollo científico-tecnológico de nivel internacional, destacan tres. “SERC como referente latinoamericano”, caracterizado por ser un procesamiento asociado a la actualidad del centro, es decir que ya se habría alcanzado dicha condición. También se indica el nodo “Líneas SERC susceptibles de desarrollo mundial”, referido a la relevancia a nivel global que tienen las temáticas trabajadas en las distintas líneas de investigación,

lo que significaría que los impactos científico-tecnológicos que se espera conseguir deberían ser considerados por el conjunto de la comunidad científica inmersa en la temática. Y, finalmente, “Conocimiento en Ciencia y Tecnología solar de nivel mundial”, referido a que los desarrollos alcanzados en este tema debieran posicionar a Chile como uno de los líderes científicos en la materia solar. Estos dos últimos nodos están asociados al futuro del centro, es decir serían un logro por realizar inserto en las perspectivas del ámbito de Ciencia y Tecnología.

Coligado también al nodo “SERC como proceso”, se puede posicionar el nodo “Idea SERC de Energía Solar”, que contempla aquellas formas de comprender la Energía Solar que se encuentran presentes en el centro. Ahora bien, dado que existen distintos procesamientos asociados a ello, se ha optado por indicar en la presente red semántica únicamente la tematización centrada en la posibilidad de generar una “*idea central*” de Energía Solar que sea compartida y apropiada por el conjunto de investigadores. Es decir, la formación de un concepto más o menos unívoco que defina de qué se habla cuando se habla de Energía Solar en el centro, lo que como posibilidad de estabilización de una comunidad científica que se proyecte de manera global es fundamental. Las distintas implicancias conceptuales presentes sobre qué es la Energía Solar se discutirán más adelante (especialmente, en los resultados), ya que existen distintos niveles de análisis y es posible hacer observaciones relativas a esto a partir de diversos nodos semánticos. Sin embargo, uno considerado como clave es el de “Funcionamiento Organizativo”, que hace hincapié en dos aspectos relevantes semánticamente. Por un lado, el hecho de que existan instancias plenarios donde se tomen acuerdos relativos a objetivos o tareas del centro, lo que resulta importante en tanto se explicita un mecanismo de consenso que permite (permitiría) generar marcos de procesamiento científico comunes entre diversos investigadores. A esto se agrega la generación de instancias de difusión de lo que “*hace el centro*”, lo que implica una cierta homogeneización de la forma en que se presentan, y por tanto se semantizan, los trabajos desarrollados hacia el resto de la sociedad.

Siguiendo con las relaciones de “SERC como proceso, se puede señalar el nodo “reflexividad en SERC” como uno altamente importante, sobre todo a nivel teórico en términos de análisis de redes semánticas, dado que éstas pueden entenderse como una de las materias primas que permiten la reflexividad en la organización.. En este concepto, se destaca la capacidad de SERC de generar mecanismos de “*observación hacia adentro*”, específicamente en cuanto a la coordinación entre el “*trabajo científico*” y los “*objetivos estratégicos*” que la organización se plantea, alimentándose así la “*discusión*” entre los miembros. Y en términos de la reflexión, se pueden vincular otros dos nodos. Primero, “auto-correcciones en SERC”, entendido como el despliegue de instancias que permiten hacer “*balances*” y modificar elementos del trabajo desarrollado por la organización, y segundo, “debates en SERC”, relativo a lo anterior pero enfocado en la suficiencia de los “*objetivos planteados en la postulación*” para cumplir con los “*objetivos estratégicos*” que se han desarrollado a medida que avanza el trabajo y se generan posiciones diversas al interior del centro sobre el cómo cumplirlos.

Continuando con el nodo “SERC como proceso” y sus vinculaciones, se presenta también “objetivos de SERC”, que también se asocia con el ya señalado “reflexividad en SERC”. Así, en este punto se presentan un conjunto de tematizaciones que reflejan de forma más o menos profunda la complejidad de las labores que pretende desarrollar el centro. Entre los procesamientos semánticos más relevantes agrupados bajo este nodo se pueden señalar: la dificultad para lograr los objetivos debido a la falta de información en áreas sensibles (en el ámbito económico, por ejemplo) y por ende el requerimiento de producción de más datos, la generación de conocimientos como un proceso separado de la aplicación de la tecnología generada a partir de ellos (lo que sería tarea de, por ejemplo, empresas), establecer vínculos para que el conocimiento generado no se

estaque en sus productores (los investigadores), sino que sea usado, y finalmente el generar un proceso de transición hacia un tipo de investigación específicamente solar, lo que se considera “*no ha sido uniforme*”. Estos elementos se asocian a los objetivos del centro en términos semánticos pero desde luego no son los objetivos formalizados en la postulación ni en otras instancias del centro.

Ahora bien, en relación a los objetivos se plantea otro nodo semántico relevante, el de “Paradigma de la Energía Solar”, que ha sido resumido como el marco de observación favorable respecto a la Energía Solar centrado en tres aspectos: la perspectiva de un gran desarrollo y expansión a nivel de la sociedad; la perspectiva de que va a contar con una gran aceptación de los distintos grupos sociales, lo que implica una menor conflictividad en cuanto a su proceso de implementación; y finalmente, es medioambientalmente favorable, es decir que su impacto sobre el medioambiente es reducido, sobre todo en relación a energías fósiles. El objetivo de este nodo no es problematizar la veracidad de estos planteamientos, sino que esbozar de manera general la forma que adquieren los procesamientos temáticos en relación a esta energía más allá de los límites de la organización y que otorgan un marco de sentido profundo a las actividades del Centro.

De forma similar, el nodo “Relevancia del desarrollo tecnológico” indica otro aspecto considerado como importante en relación a los objetivos de SERC, en tanto se tiende a asumir que el grado de penetración de la Energía Solar se decide en buena medida por la capacidad de generar tecnologías que la hagan más eficiente y accesible, de forma más o menos independiente a lo que otros elementos del análisis puedan incidir (por ejemplo, difusión, voluntad política, etc.), adquiriendo importancia fundamental la “*pregunta tecnológica*” de cara al futuro de lo solar.

Retomando el nodo “SERC como proceso”, se señala también la presencia del procesamiento temático “Transición hacia la Energía Solar en investigación”, importante en tanto indica que SERC actuó no solo como un coordinador de investigaciones en el tema solar, sino en muchos casos como un espacio de formación en la temática para investigadores cuyo trabajo principal no transitaba por esos caminos. Esta transición remarca la importancia de SERC como elemento fundamental para la comprensión del desarrollo de la ciencia y tecnología del campo solar en nuestro país, participando de forma activa en su configuración actual. Vinculado a esto, los nodos asociados a la emergencia del campo de la Energía Solar, especificados como “Experiencia de los Investigadores”, es decir el incremento de experiencia en los investigadores en temas asociados a la Energía Solar que se produce en el Centro, y por otro lado “Opinión Pública” asociado a la importancia de que el centro se relacione y participa de la emergencia de una opinión pública informada en relación a la Ciencia y Tecnología solar, coligados también al nodo “Paradigma de la Energía Solar”.

### **Perspectivas de desarrollo Científico Tecnológica de la Energía Solar en SERC**

Esta dimensión es la que generó la mayor densidad informativa, cuestión bastante razonable si se considera el carácter de SERC en tanto organización científica. Como se vio en el análisis, la información se desagregó en tres redes semánticas parciales, a partir de las cuales se presentan las siguientes conclusiones.

#### **Sobre la Red Semántica “Redes y líneas de investigación en Energía Solar”**

En esta red semántica se presentaron básicamente aquellos procesamientos vinculados a la formación de redes científicas observadas como necesarias para profundizar la investigación de la Energía Solar en nuestro país. Es decir, el tipo de ciencia necesaria que se requiere conformar para alcanzar un alto desarrollo en

la materia. En este sentido, las perspectivas señaladas en los procesamientos semánticos permiten extraer las siguientes conclusiones:

La necesidad de generar mecanismos que permitan el paso de la interdisciplinariedad a la multidisciplinariedad. Es decir, la perspectiva presente en SERC en cuanto al tipo de ciencia y tecnología que se debe conformar para abordar el problema de la Energía Solar en Chile enfatiza la creciente articulación de redes y actores en distintos niveles, contándose entre los principales:

- 1) la formación de lenguajes y temáticas científicas que permitan mayor flexibilidad en la comunicación disciplinaria.
- 2) la formación de una masa crítica capaz de procesar de forma más o menos competente el conjunto de temáticas identificadas como claves en el campo
- 3) la mantención de una fuerte dinámica de red con núcleos extranjeros pero al mismo tiempo una mayor capacidad de generar redes en el país.
- 4) subsanar aspectos institucionales (poca comunicación entre facultades y universidades, falta de recursos para incrementar los profesionales involucrados) y "culturales" (poca disposición al trabajo con otras disciplinas, dificultades para compartir territorios considerados como asociados a un investigador específico).
- 5) finalmente, a partir de lo anterior, el hecho de que a partir de las investigaciones en la materia se genere un círculo virtuoso que impacte en el conjunto de la investigación científica y tecnológica en Chile, sobrepasando los límites de la Energía Solar y promoviendo desarrollo en otras áreas.

A partir de lo expuesto, se puede señalar que las perspectivas de desarrollo de la Ciencia y Tecnología Solar presentes en SERC están orientadas a la formación de un tipo de investigación que permita el paso de un formato lineal (un equipo desarrollando un problema en un lenguaje científico en un territorio, expresado de

forma simple) a un formato multilineal: varios equipos constituyendo no una mera agregación de unidades, sino generando una masa crítica que se retroalimenta de problemas y soluciones múltiples, operando en distintos niveles espaciales (regionales, nacionales, globales), temporales (corto, mediano y largo plazo) y temáticos (ciencias básicas, aplicadas, sociales, etc.). Es decir, se puede señalar que la perspectiva científica y tecnológica en materia solar está asociada a la proliferación de mecanismos de catalización de complejidad, la multiplicación de mecanismos organizacionales que permiten incrementar las formas de comprender, problematizar, solucionar y comunicar los tópicos asociados a un campo específico. Estos mecanismos son hipotetizados, en este punto, como aperturas epistémicas y comunicativas que tienden a romper con las lógicas “feudales” de las prácticas científicas actuales.

Como elemento a considerar en futuras indagaciones, resulta pertinente el preguntarse por el tipo de institucionalidad en Ciencia y Tecnología que dichas perspectivas implican, y si en nuestro país existen condiciones para desarrollarla o bien si se generarán tensiones entre las arquitecturas organizacionales y los planteamientos expresados en las perspectivas señaladas.

### **Sobre la Red Semántica “Ciencia pública y comunidades”**

En esta red se presentan de forma general los procesamientos semánticos referidos específicamente a la vinculación entre Ciencia y Tecnología y la noción de “comunidades”, es decir las poblaciones territorialmente localizadas, de preferencia en zonas rurales, asociadas a determinadas identidades productivas y sociales (por ejemplo: campesinas, mineras, indígenas, etc.) y con un grado más o menos homogéneo de redes sociales desplegadas en su interior, todo lo cual permite entenderlas como “unidades” más o menos estables. Obviamente, esto no implica ausencia de conflictos, tensiones, etc.

Ahora bien, a partir del análisis realizado se puede observar que las comunidades son un artefacto social presente de forma importante en los procesamientos semánticos de SERC, lo cual es asociado a la fuerte connotación de “ciencia pública” presente en la organización. En este sentido, se aprecia que una de las principales perspectivas del desarrollo científico-tecnológico de la Energía Solar en nuestro país consiste en el entrecruzamiento ciencias sociales-ciencias ingenieriles para, a partir de ello, identificar tipos de comunidades susceptibles de ser intervenidas (ya sea por iniciativa académica, política o de la propia comunidad) e incorporadas al campo de lo solar. Esta replicabilidad de la “solución solar” implica por un lado una estandarización tanto de lo que se busca “encontrar” en las comunidades (por ejemplo, problemas económicos por escaso acceso a la energía) como de lo que se pretende “incorporar” a las mismas (por ejemplo, tecnologías de bajo costo, accesibles), lo que conlleva el riesgo (implícito, se entiende, en la observación e intervención de la sociedad en sí misma) de desensibilizar las observaciones en pos de una mayor eficacia en la intervención. Es decir, la modelización solar de la realidad como factor de distribución de problemas y soluciones es una de las aristas implicadas, a partir de lo señalado, en las perspectivas científicas y tecnológicas observadas en SERC.

Siguiendo con las perspectivas de desarrollo referidas a esta red, es posible señalar que, en tanto desde estos procesamientos se plantea la generación de una forma de modelamiento de la sociedad a partir de los problemas y soluciones solares, de modo paralelo se generan procesamientos que se orientan a re-incorporar los resultados obtenidos distinguiéndolos/evaluándolos según los horizontes propios de la organización. Así, al interior de la organización emergen formas de observar los logros realizados que se separan de los puros resultados “formales” (publicaciones, eventos, etc.), que también sirven para medir logros no

comunicables en los términos puramente académicos. Estos dos modos son vistos como distintos niveles de evaluación de las perspectivas presentes en el Centro, entendiendo que en esta materia aún se está en los primeros pasos.

### **Sobre la Red Semántica “Emergencia de la Ciencia y Tecnología Solar”**

La red N°3 presenta los procesamientos semánticos asociados a la emergencia del campo de lo solar en nuestro país desde la perspectiva científica, entendiendo que ella está cruzada por tópicos tales como la innovación y la reflexividad interna de SERC. Así, en esta red se señalan elementos claves para comprender la manera en que la ciencia y la tecnología solar son comprendidas desde SERC.

Como primer elemento de esta perspectiva, se destaca que la Energía Solar implica un posible foco de posicionamiento de la Ciencia chilena en términos globales, es decir que puede llegar a generar avances relevantes a nivel global a partir de las operaciones de la organización científica nacional. La reflexividad a partir de la cual emerge esta perspectiva, se vincula con tres observaciones claves: la excepcionalidad del contexto ambiental (el desierto de Atacama), la potencialidad que tiene la Energía Solar de volverse una protagonista de las transformaciones energéticas exigidas para el siglo XXI y la capacidad de SERC de configurar una red científica con grados de auto-corrección lo suficientemente importantes como para iniciar el proceso de eclosión del campo solar en Chile.

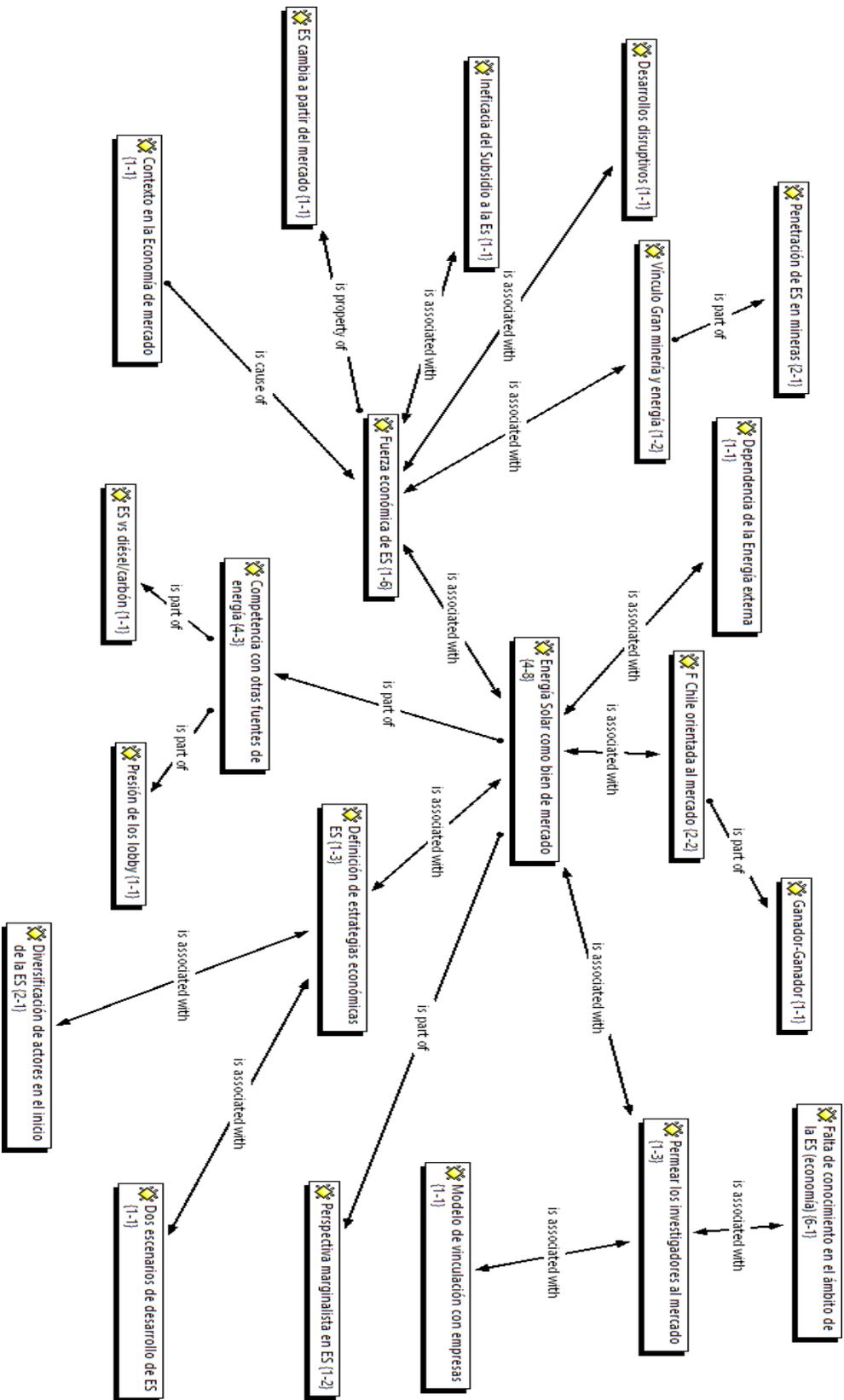
Dichas observaciones establecen las aristas de lo que se ha denominado el Paradigma de lo Solar en Chile, que puede entenderse como el principal capital comunicacional de SERC tanto en el sistema científico como con otros sistemas sociales relevantes (sobre todo política y economía). Así, al construir un paradigma de comprensión de la Energía Solar con un alto grado de complejidad

(en términos de que puede articular distintas organizaciones y sistemas en pos de intereses específicos), SERC se establece como un actor clave en la generación y emergencia del campo solar en nuestro país, *perspectivando* también su desarrollo a nivel global. Un aspecto clave de esta construcción de un Paradigma de la Energía Solar en este contexto es la porosidad de sus fronteras, entendida como la dificultad para generar un conjunto de semánticas específicas que engloben las diversas dimensiones involucradas, lo que ha permitido la estructuración de las diversas redes semánticas presentadas a lo largo de la investigación. Ejemplos de esto es la apertura epistémica que posibilita los mecanismos de catalización de complejidad referidos sobre la Red Semántica N°. Ahora bien, para mayor claridad, se ha optado por mantener el concepto de paradigma en tanto dicha porosidad es auto-observada y en cierto grado estabilizada por la organización, razón por la cual efectivamente es posible delimitar campos semánticos procesados en su interior en tanto no opera un “todo vale” ni tampoco hay un puro formalismo que sirva como criterio de distinción. Por ello, la idea de Paradigma como conjunto de redes semánticas interconectadas parece adecuado y ocupa un lugar importante dentro de las perspectivas del Centro, actuando como un articulador de semánticas acotadas que facilitan la comunicación con otras esferas de la sociedad.

## **Capítulo VII: El mercado de la Energía Solar en las perspectivas de SERC**

A continuación, se presenta la dimensión “Mercado”, tanto las redes semánticas configuradas, los análisis realizados y las conclusiones parciales obtenidas.

Red Semántica 4. Perspectiva Conservadora. (Dimensión Mercado)



## **Red Semántica Mercado Nº 1 “Perspectiva conservadora”**

La presente red semántica releva aquellos procesamientos temáticos vinculados al mercado que pueden ser caracterizados como “conservadores” en tanto no implican una transformación a gran escala de los aspectos centrales que han acompañado el desarrollo de la Energía Solar hasta el momento en el ámbito económico, ni tampoco una modificación a las características del desarrollo económico asociado. Resulta importante, en tal sentido, el identificar vinculaciones entre conceptos propios de la observación de la Energía Solar en términos de mercado y el papel que SERC puede jugar en ese contexto.

Como primer elemento relevante, se puede indicar el nodo “Fuerza económica de la Energía Solar”, relacionado con el gran impulso que los desarrollos en el campo han propiciado, permitiendo una penetración en distintos sectores productivos (minería, por ejemplo). Un elemento interesante en este punto es la referencia a que dicho impulso puede significar la irrelevancia de otras medidas de fomento a lo solar, sobre todo a nivel político (v.g. políticas públicas). Así, este nodo enfatiza la observación centrada en la capacidad y autonomía del mercado como mecanismo de penetración de la Energía Solar. Vinculado a él, se pueden señalar un conjunto de nodos que especifican formas en que esa penetración opera. En primer lugar se presenta “Contexto de la economía de mercado”, sintetizado en la expresión *“Chile es el extremo del libre mercado”*, es decir explicitándose la relevancia del modelo económico del país, caracterizado por la libertad de mercado en la (prácticamente) totalidad de los ámbitos de la sociedad, la escasa regulación a las operaciones comerciales y la fuerte presencia de la empresa privada, particularmente en el sector energético. Si bien se señala que las políticas de fomento (destacándose el programa de incrementar a un 20% las energías renovables en la matriz nacional hacia el año 2025) han sido un aporte para promover una penetración más o menos importante, lo relevante en este caso es la capacidad de la Energía Solar de adaptarse a las necesidades del mercado. De

todos modos, resulta interesante la observación del vínculo entre el contexto económico y el impulso a las energías renovables (y solar en específico) pues sirve de base para estructurar una red semántica que asume la importancia y suficiencia del primero para la trayectoria de lo segundo.

Siguiendo en esta línea, el nodo “Energía Solar cambia a partir del mercado” implica la relevancia de los mecanismos de mercado como catalizadores de la tecnología solar, entendiendo además que “*el negocio será imposible*” para aquellas industrias que no se adecúen a los nuevos lineamientos del mercado. La penetración general de las ERNC, y de lo solar en particular, sería en este sentido una forma de eficiencia de las operaciones propias del libre mercado.

En este marco de observación, el nodo “ineficacia de los subsidios a la Energía Solar” refiere a que una medida de este tipo, que distorsione los precios del mercado energético, puede significar el desarrollo de una matriz energética más limpia pero más cara. Claro que uno de los elementos importante en este sentido es el de definir los precios de la energía de forma correcta, considerando por ejemplo las externalidades negativas de las industrias fósiles (gastos en salud, por ejemplo) que no son considerados en su cálculo.

Asociado a lo anterior, la presencia del nodo “Desarrollos Disruptivos” implica la preferencia por una estrategia de penetración de lo solar que se dé dentro de las operaciones propias del mercado y de las empresas que pueden beneficiarse de dichos desarrollos, por ejemplo avances en la eficiencia de generación eléctrica solar que impliquen una disminución de los costos para sus actividades, alterándose la trayectoria energética mediante una mayor eficiencia económica.

Siguiendo con el análisis, uno de los campos de penetración más destacados en cuanto a Energía Solar es el de la minería en el norte del país, muchas veces por “iniciativa propia” de las empresas, sector económico que se caracteriza por el uso intensivo de energía para sus procesos. Así, las expectativas de penetración de lo solar en el desarrollo minero proyectado son uno de los elementos importante que,

en el marco de esta red semántica, avizoran una transformación gradual y rentable de la energía en el país. Las condiciones geográficas constituyen una de las ventajas en este sentido. La relación entre los nodos “vínculo gran minería y energía” y “penetración de energía solar en mineras” sintetizan este procesamiento semántico.

El segundo nodo central en esta red es “Energía Solar como bien de mercado”, que pone énfasis en aquellos procesamientos derivados de la Energía Solar como un recurso que tiene impactos en las operaciones de los mercados, y más aún, que asume a este prisma como clave en la trayectoria del desarrollo solar en tanto su capacidad de volverse rentable en relación a otros competidores sería su atributo esencial. Y, por cierto, en caso de no mantener un alto rendimiento en el mercado, no habría razones para otorgarle un lugar privilegiado a futuro. Esta semántica de posicionamiento de mercado opera tanto a nivel nacional como global, entendiendo que la Energía Solar es una “*buena carta de presentación en el mercado internacional*”.

Un elemento que potencia la valorización de la Energía Solar es el procesamiento “Dependencia de la Energía externa”, lo que se asocia a la escasez y encarecimiento de los recursos energéticos convencionales (fósiles, principalmente) en nuestra economía, situación que condicionaría la emergencia de la Energía Solar como un candidato interesante para ser masificada pero que, de todos modos, no la eximiría de estar sujeta a las constricciones del mercado, debiendo ser competitiva para asegurar su desarrollo.

Se ha definido el nodo “Fundación Chile orientada al mercado” como relevante por dar cuenta de la apertura de SERC al mundo privado de una forma más directa, al ser la ésta la única entidad no universitaria involucrada y al tener como uno de los ejes de su trabajo énfasis “*a las aplicaciones, no hacemos investigación pura, investigación básica, tenemos que estar muy cercanos al mercado*”. El nodo “ganador-ganador” se deriva del anterior como uno de los objetivos de la

interacción entre desarrollo de aplicaciones en energía solar y los impactos de la industria (principalmente minera) en las comunidades. Es decir, se espera que el desarrollo de aportes tecnológicos a las empresas impliquen también beneficios para las comunidades vecinas a ellas, resultando ambos beneficiados de la explotación de recursos naturales a partir del uso de Energía Solar, o directamente a partir de proyectos específicos de Generación Solar.

Volviendo al nodo “Energía Solar como bien de mercado”, otro procesamiento interesante de asociar es “permeabilizar los investigadores al mercado”, vinculado tanto a la orientación del trabajo científico (enfocado a desarrollar avances que sirvan de base a posteriores aplicaciones) como a las relaciones entre investigadores y las empresas, asumiendo que en Chile dicha relación es escasa. La apertura de canales de comunicación efectivos entre ambos mundos es un ejemplo de este énfasis. Este proceso de permeabilidad surgido en un campo de innovación como es la Energía Solar, sería uno de los elementos que deberían caracterizar la emergencia de ciencia de alto impacto en Chile. Se puede indicar, en este sentido, que uno de los vacíos a llenar por este campo científico es la ausencia de conocimientos y datos en materia económica respecto a la Energía Solar, por ejemplo respecto a su nivel de competitividad con otros recursos o al impacto que las aplicaciones termosolares han tenido en el país, sintetizado en el nodo “Falta de conocimiento en el ámbito de la Energía Solar (economía)”. Y de forma más conceptual, la presencia del nodo “Modelo de vinculación con empresas” es indicativo de la expectativa de generar un vínculo definido y expedito entre los avances desarrollados en ciencia y tecnología y las compañías y empresas del rubro, citándose como ejemplo la relación “virtuosa” entre investigadores y empresas automotrices en EE.UU., ya que por un lado los investigadores están lo suficientemente vinculados con los requerimientos de la industria como para conocer las “*preguntas relevantes*” y hacer investigación en ese campo, mientras

que las empresas utilizan dicho conocimiento, inyectando recursos a los centros de investigación (pago de patentes, v.g.) y masificando los adelantos.

En un ámbito más reflexivo, se puede señalar que el nodo “perspectiva marginalista” es uno de los atributos importantes de esta red, pues es indicativo de la forma general de comprensión del mercado en relación al recurso solar. Esta etiqueta, al tener un origen en la teoría económica, es útil como un elemento de distinción general de perspectivas en torno a lo solar. En términos más concretos, se puede sintetizar este nodo en términos de las expectativas de rentabilidad de las empresas y la forma en que esta expectativa interactúa con otros enfoques (científico, por ejemplo), o como se señala en una entrevista “...entonces si les hablas de energía renovable...no, siempre va ser necesito invertir cuánto, cuánto voy a ganar, no sé qué”.

El nodo “Definición de estrategias económicas” se presenta como un elemento descriptivo en cuanto a las formas de abordaje de lo solar por parte de las empresas. Por ejemplo, ¿en qué momento introducir lo solar? Esta pregunta, relacionada con la rentabilidad, es importante para comprender la forma en que la energía solar penetrará en el mercado y por tanto la trayectoria que tendrá a largo plazo. Es importante considerar que la diferencia porcentual en cuanto a factores de planta<sup>9</sup> es sumamente relevante, pues como señala un entrevistado “el tema es que si es un 25% o un 20%, ese 5% es mucha plata y esa plata cómo la puedo usar, usando una tecnología más barata porque igual captura y puede generar mucha energía o buscas otras alternativas”, es decir la configuración de estrategias económicas en cuanto al desarrollo de la Energía Solar es uno de los factores fundamentales para su penetración. Siguiendo esta idea, se presenta el nodo “Dos escenarios de desarrollo de la Energía Solar”, referido a dos posibles formas/trayectorias vislumbradas para el auge de lo solar en Chile. Por una parte, que los desarrollos provengan del extranjero y por tanto que buena parte de los

---

<sup>9</sup> El factor de planta de una central es la razón entre la energía que produce y la energía que podría producir operando continuamente a máxima capacidad durante un determinado periodo de tiempo, por ejemplo, una hora, un día, una semana, un mes o un año.

beneficios económicos no sean recogidos por el país, o bien que exista una mayor presencia de desarrollos locales que permitan una mayor retención de beneficios. Un entrevistado lo sintetiza de la siguiente forma *“Aquí pueden haber dos escenarios, uno que llegan los desarrolladores de plantas solares traen todos los equipos de afuera instalan sus containers, los dejan funcionando y los monitorean desde fuera, ese es el escenario 1. El escenario 2 que la construcción, diseño y operación de la planta sea con profesionales chilenos y que partes y piezas de la planta sea fabricado en Chile. Eso implica un desarrollo local industrial mucho mayor para el país”*.

Siguiendo con las relaciones del nodo “Definición de estrategias económicas Energía Solar”, se presenta el nodo “Diversificación de actores en el inicio de la Energía Solar”, entendido como el ingreso de actores económicos diversos (empresas pequeñas y medianas, por ejemplo) al ámbito solar, apertura que no es observada en el ámbito de los combustibles fósiles. En este sentido, la definición de estrategias económicas, el modo concreto en que la trayectoria de la energía solar se despliegue en nuestro país, implicaría una mayor densidad de actores involucrados en distintos grados de acción (nivel regional o nacional, por ejemplo).

Volviendo al procesamiento “Energía Solar como bien de mercado” se señala también la asociación con el nodo “Competencia con otras fuentes de energía”, entendido como el *“análisis pragmático”* de los costos y beneficios comparativos que la energía solar tiene para el mercado energético, especialmente en relación a las energías fósiles y a la hidroelectricidad convencional. En este punto, las posibilidades de desarrollo de la Energía Solar se encuentran asociadas a su desempeño en los mercados y a su hipotético rol de dinamizador de la economía nacional (vía incremento de oferta energética y disminución de costos asociados). El nodo “Energía Solar vs diésel/carbón indica la fuerte competencia existente entre estas fuentes de energía, existiendo la posibilidad de que sean ellos los que *“perderían”* de incrementarse la oferta de energía solar. Y asimismo, se señala el lobby realizado por los operadores de centrales de diésel, carbón y gas en

específico en la tramitación de la Ley de Net Metering<sup>10</sup> aprobada en 2012, cuyo reglamento fue votado en Septiembre de 2014 y que entró en vigencia en Octubre del mismo año, la que resultó mucho más “*débil de lo que debería haber sido*” ya que “*en la práctica significa que solamente los convencidos a ultranza van a poner ese sistema, o los que tienen muy alto consumo durante el día, que son los mall, alguien que tenga equipos de refrigeración*”. A partir de esto puede señalarse que la presión de los grupos energéticos fósiles es un elemento importante a considerar en la trayectoria económica de la Energía Solar.

---

<sup>10</sup> La ley de Net Metering o “Medición Neta” es un cuerpo legal que “*busca establecer el derecho de los clientes regulados que tengan medios de generación ERNC o de cogeneración eficiente a inyectar los excedentes de energía a la red de distribución*” (Central Energía 2014). De forma general, se trata de un conjunto de metodologías que permiten medir de forma simplificada el consumo neto de una instalación con recursos de generación propios, permitiendo que el excedente de generación sea considerado económicamente como “*haciendo girar el medidor en sentido inverso*”, es decir cobrando a las compañías distribuidoras (Electro Industria 2014).



## **Red Semántica Mercado Nº2 “Perspectiva progresista”**

La segunda red asociada a las perspectivas de desarrollo de Energía Solar en el ámbito del Mercado se caracteriza por tener un enfoque denominado “progresista” en tanto plantea transformaciones de gran escala tanto en el carácter de la Energía Solar y su relación con el mercado energético como su rol en el desarrollo general del país. En este sentido, se plantean transformaciones tanto a niveles locales como nivel nacionales, lo que es indicativo de la diversidad de expresiones que se le pueden asignar a esta Energía en su relación con distintos actores sociales y de la complejidad social que emerge en este sentido.

El primer nodo relevante en este contexto es “Chile como potencia solar”, que hace referencia a la posibilidad de convertir al país en un productor y exportador de Energía Solar a nivel continental y global. Este procesamiento es considerado clave en esta red semántica pues implica la vinculación de lo solar con distintos elementos sociales implicados en la consecución del objetivo “ser potencia” (expresados en los otros nodos de la red), y más aún, implica una voluntad de transformación y de tomas de decisiones que apunten a esa dirección, distinguiéndose así de los procesamientos conservadores ya desarrollados en la anterior red. En esta perspectiva, el valor de lo solar se inserta en la dinámica de crisis energética a nivel mundial (tanto en disponibilidad como en polución generada y sus consecuencias derivadas) y en la solución que significaría el disponer de la Energía Solar de forma estable. Así, el nodo “Energía Solar como único recurso susceptible de globalidad” refuerza el sentido de relevancia de la E.S. al otorgarle una característica exclusiva, su capacidad de dar solución a una demanda energética limpia de forma extendida, señalada como “*centenares de veces más que el que le sigue como recurso renovable*”.

En este sentido, el rol que la Energía Solar puede jugar en Chile queda relevado por el nodo “E.S. como estrategia de desarrollo”, asociado a la posibilidad de generar en nuestro país un polo tecnológico que permita agregar valor e impulsar otras áreas económicas (como una minería limpia, por ejemplo). El hecho de que la Energía Solar se entienda como una estrategia de desarrollo hipotéticamente relevante para el país se asocia a su vez con dos procesamientos semánticos específicos. Por un lado, la relación “Energía Solar y pobreza”, entendida como una posibilidad de incrementar la disponibilidad de recursos energéticos de bajo costo para sectores vulnerables de la sociedad (por ejemplo, comunidades andinas o mapuches). En esta perspectiva, la energía solar actuaría como un impulsor de desarrollo social, permitiendo el acceso a otros bienes u oportunidades económicas (por ejemplo, fomento turístico o internet). Por otro lado, se señala el nodo “crecimiento infinito inviable”, que pone énfasis en dos aspectos centrales: primero, que los niveles de producción y consumo alcanzados por la sociedad contemporánea son suficientes para dar respuesta a la problemática de acceso a bienes de consumo y de la vulnerabilidad asociada, y segundo, que dichos problemas emergen a partir de un modelo de distribución de los recursos generados, los que se encuentran concentrados en un grupo social minoritario. Un entrevistado lo sintetiza de la siguiente forma: *“el problema que tenemos es de inequidad, de falta de distribución, de darle mayor acceso a la población en general, pero no que los que estamos arriba vivamos mucho mejor, no tiene sentido, no tiene sentido alguno, hay que invertir en formación de capital humano, hay que invertir en educación, en infraestructura, que la gente que vive en ciertos sectores de las ciudades tenga condiciones dignas para vivir, pero no que siga subiendo el PIB, eso es idiota, es idiota, un producto interno que favorece a 400 personas en el país, y están regalando, así es re fácil subir el producto porque les regalan el país a un cierto grupo”*. Este nodo sintetiza así dos aspectos críticos del modelo energético existente en nuestro país: su constante presión por crecer y el hecho de que ese crecimiento no implique una mejor distribución de los bienes, situación que puede ser transformada a partir de la implementación de

proyectos de Energía Solar, toda vez que estos pueden ser orientados a dar soluciones específicas a grupos vulnerables (desconcentración) y son de menor de costo (accesibilidad).

Asociado a lo anterior, el nodo “Modelo Eléctrico” plantea la iniciativa de transformar el actual modelo eléctrico, caracterizado por la concentración y por la búsqueda de “*captura de mercado*” con el consecuente crecimiento inorgánico de la red eléctrica, por uno en que exista una “*visión sistémica*” y “*de país*” en que el “*Estado guíe*” definiendo “*ejes de desarrollo*” y permitiendo adecuar el uso de fondos públicos en puntos más sensibles o vulnerables, dinamizando el conjunto del sistema de forma general en vez de concentrarlo en, por ejemplo, solo los aspectos más rentables a corto plazo<sup>11</sup>.

Volviendo al nodo “Chile como potencia solar”, se encuentra asociado “ERNC desarticuladas”, entendida como una crítica a la falta de un proyecto global que integre el conjunto de esfuerzos por desarrollar dichas energías, situación que sería un obstáculo para la estabilización de un modelo económico “verde” (es decir, en el que primen las ERNC). Este nodo resalta además la importancia de considerar a la Energía Solar como un actor específico (incluso asumiéndole

---

<sup>11</sup> La cita completa es bastante ilustrativa: “*la parte más complicada que es lo que está tratando de hacer aquí el centro de energía es cómo cambia uno el modelo eléctrico, el modelo eléctrico que se hizo con la ley del año 80 y tanto es un modelo que ha llevado a la concentración de la generación eléctrica y modelo que lo que busca es simplemente capturar mercado, y los proyectos de generación se hacen en función de necesidades de consumo que se detectan particularmente de empresas y eso ha hecho que la red eléctrica haya crecido de manera totalmente inorgánica y no haya una visión sistémica, no haya una visión de país y esto está muy claro hoy día en que con la baja enorme que ha habido del precio de los sistema fotovoltaicos en particular hay más o menos 5 veces la cantidad de proyectos que es capaz de absorber la red y ya está haciendo de que en ciertos puntos el costo spot tienda a 0, y las redes se saturan y es porque no ha querido, no o sea no es porque no haya querido el Estado no puede intervenir en cómo se desarrolla la red eléctrica, y eso ha hecho que se desarrolle mal, el Estado tiene que guiar, tiene que orientar un poco como hizo con el tema de las concesiones de autopista, o sea tu cuando define las concesiones de autopista defines ejes de desarrollo y eso liberó fondos del ministerio de obras públicas, que permitió pavimentar redes secundarias para todo el país, en el tema eléctrico también debería haber esa orientación, y ha habido franca oposición del sector empresarial porque no quieren que les cambien el modelo porque ha sido sumamente cómodo y rentable para ellos, y cambios fundamentales hay que hacer*”.

características preponderantes, como su mayor potencial de desarrollo) pero unido al resto de las ERNC (eólica, geotérmica, etc.).

Un último nodo interesante de asociar en este punto, es el que sintetiza la trilogía productiva “Salitre-Cobre-Solar”, es decir asumiendo la centralidad económica que puede adquirir la Energía solar en el futuro del país. Este posicionamiento de lo solar en el país, entendida en el marco de la presente red semántica, implica no sólo un cambio en el recurso a explotar, sino en el impacto social y ambiental que esto puede traer aparejado, es decir resaltando la posibilidad de generar un mayor valor agregado a su explotación y dando así paso a un impulso tecnológico nacional, al mismo tiempo que se asegura un menor impacto medioambiental. De todos modos, este nodo es bastante interesante en términos históricos, pues enfatiza tanto el carácter extractivista de nuestro país a lo largo de su historia incorporando lo solar en dicha trayectoria, como la posibilidad de transformar dicho modelo en uno que priorice la captura de valor por parte del país. Lo solar, así, aparece como un punto de quiebre en esta perspectiva.

El segundo nodo central presente en esta red es el de “Masificación de la Energía Solar”, entendida como la penetración de esta energía en un amplio rango de usos, desde los domésticos hasta industriales, desarrollándose tanto micro-redes que permiten el acceso energético a comunidades aisladas como su ingreso a los principales sistemas de transmisión eléctricos (SIC-SING), además de sus aplicaciones termosolares (cocinas solares, por ejemplo). En este nodo existen dos elementos de interés. Primero, la idea de que la masificación debe estar aparejada a un desarrollo tecnológico lo suficientemente alto como para maximizar su rendimiento y volverla costo-efectiva, y por otro lado la necesidad de generar instancias científicas que permitan dicho avance, por ejemplo la instalación de la plataforma solar en Atacama. Un segundo elemento incorporado en este nodo, que sirve para problematizar aspectos sociales del proyecto de desarrollo solar

planteado por SERC, es relativo a la forma en que los distintos niveles socio-económicos se relacionan con la energía solar, señalándose que si bien no hay estudios acabados en este sentido, si se intuye que en ciertos segmentos (los profesionales, por ejemplo) habría un mayor conocimiento y por tanto serían más propensos a incorporar esta tecnología. De todos modos, este elemento, como se dijo, abre nuevas preguntas que exceden los puntos tratados en este análisis, pero de todos modos resulta interesante el destacar su presencia en la red semántica como uno de los principales puntos a desarrollar en futuras indagaciones.

En relación a las asociaciones del nodo “Masificación de la Energía Solar”, se ha resaltado el procesamiento “Crear ambiente favorable”, entendida como el impacto que las distintas acciones vinculadas a la energía solar han tenido en su posicionamiento como un recurso altamente valorable desde distintas dimensiones. A partir de esto, en esta investigación se asume que dicho ambiente implica el posicionamiento de las semánticas solares (por ejemplo, las descritas en esta red) en las comunicaciones de distintos sistemas sociales: el científico, político, económico, entre los principales. Así, el ambiente favorable puede entenderse como la estabilización de las semánticas asociadas a lo solar en dichos sistemas, y en general, como la recepción positiva hacia ellas por parte de la opinión pública.

En relación a lo anterior, se encuentra el nodo “Poca oposición a proyectos solares”, que señala la percepción, a partir de la lectura de procesos de evaluación de proyectos solares, de que las observaciones realizadas tanto por actores sociales (comunidades) como institucionales (Municipios, por ejemplo) no serían de índole conflictiva y por tanto no implicarían una oposición (ni particular ni general) a los proyectos solares. Este nodo es políticamente interesante, pues abre la pregunta respecto a las causas de la aparente ausencia de conflictividad en los proyectos solares, cuestión que será importante de analizar a medida que se incrementen en los próximos años, ya sea para afirmar o cuestionar la idea

expresada en este procesamiento semántico, aclarando que dicha tarea excede los objetivos de la presente investigación.

También asociado a “Crear ambiente favorable”, se encuentra el nodo “Condiciones para la penetración de la Energía Solar”, que enfatiza una serie de aspectos que ya estarían en curso para la puesta en marcha de la solarización del país, principalmente los “*planos de creación de competencias, de investigación, negocios, financiamiento*”, que “*están avanzando aceleradamente*”.

Volviendo a la “Masificación de la Energía Solar”, podemos señalar la importancia del nodo “Energía Solar como recurso gratuito”, relativo a dos aspectos importantes. Primero, el hecho de que la Energía Solar sea caracterizada como gratuita y abundante, es decir se resalta el hecho de que es de libre acceso. Pero también, se enfatiza el hecho de que a futuro no será necesario pagar por el consumo eléctrico basado en energía solar, es decir que la energía será distribuida gratuitamente. Estos dos aspectos incluidos en el procesamiento semántico señalado constituyen una suerte de “ciclo de la gratuidad solar”, desde su origen natural hasta su hipotético libre consumo, que releva uno de sus principales aspectos “progresistas”, el de permitir a futuro el acceso a la energía de forma universal. La idea de gratuidad, de paso, tensiona de forma crítica la lógica del modelo eléctrico privatizado y mercantilizado existente en Chile, reforzando el carácter “progresista” de esta red.

Otro nodo que se encuentra asociado al de “Masificación de la E.S.” es el de “Predictibilidad de la Energía Solar”, que subraya una de sus principales fortalezas en términos de su aprovechamiento por parte de los sistemas que la incorporen (sean domiciliarios o de mayor envergadura). Este procesamiento distingue a la Energía Solar de otras ERNC, principalmente la eólica, lo que favorecería su penetración, ya que es relativamente sencillo indicar la disponibilidad de radiación en un tiempo y lugar señalado.

Por su parte, el nodo “Coyuntura económica” sintetiza una serie de variables que impactan en el proceso de penetración de la Energía Solar, ya sea en términos positivos o negativos. A continuación se indican aquellos observados como principales en términos de su relación con esta red en específico. En primer lugar, el incremento en la competitividad de los precios de la Energía Solar, ya sea por causas propias (desarrollos tecnológicos, por ejemplo) o ajenas (dificultad de instalar otras fuentes de energía, por ejemplo). Sin embargo, algunos entrevistados señalan que hay una alta impredecibilidad en esta tendencia, aunque de todos modos, asociado al conjunto de nodos semánticos presentes en esta red, la trayectoria de la Energía Solar puede ser entendida como estabilizada hacia la penetración.

En segundo lugar, el precio de los combustibles fósiles tampoco aparece como totalmente asegurado al alza, señalándose que en el caso de nuestro país, si bien el diésel presenta un aumento constante, en el caso del gas natural se observa una probable reducción de su valor, lo que impactaría en una mayor cantidad de tiempo necesario para recuperar las inversiones en energía solar. Así, de modo general, las fluctuaciones en el precio de los combustibles fósiles deben ser procesadas de formas específicas, no pudiendo asumirse un descenso constante en él.

Finalmente, la necesidad creciente de energía y las fluctuaciones en su disponibilidad forman parte del contexto básico de penetración de la Energía Solar, operando como un factor relevante en cuanto a los mayores esfuerzos que deben realizarse para incrementar su presencia. A lo largo de las entrevistas puede apreciarse que hay tres hitos que marcan estas fluctuaciones en el acceso a la energía: los cortes de gas proveniente de Argentina, los episodios de sequía que han afectado la generación hidroeléctrica y los episodios de contaminación y críticas a distintas plantas termoeléctricas. Esta trilogía de obstáculos a la energía eléctrica sintetizan de forma clara el tercer aspecto central contenido en el nodo “coyuntura económica”.

El último nodo relevante en este contexto es el de “Falta de inversión en Ciencia y Tecnología Solar”, que en esta red semántica se entiende como asociado a la inversión privada en este tipo de desarrollos, es decir como un obstáculo al impulso de la Energía Solar en el país.

### **Perspectivas de desarrollo del Mercado de la Energía Solar en SERC**

A continuación, se presenta el análisis de las perspectivas relativas a la dimensión mercado derivadas del análisis de las Redes Semánticas presentadas.

#### **Sobre la Red Semántica “Perspectiva conservadora”**

Esta red, denominada como conservadora, enfatiza aquellos procesamientos semánticos que no implican necesariamente una transformación radical del modelo energético asociado al desarrollo de la Energía Solar. Es decir, se señalan de forma gruesa perspectivas económicas en las que la Energía Solar se acoplaría, de forma más o menos rápida, al modelo energético existente en nuestro país sin requerir de modificaciones o intervenciones sobre el mercado energético (por ejemplo, señalándose cuotas de cobertura o subsidios) ni en general, una intervención por parte de actores políticos (por ejemplo, El Estado) que modifiquen las operaciones propias del sistema económico. Así, en esta perspectiva, la Energía Solar penetraría a partir del desarrollo propio de la tecnología (incremento de eficiencia y reducción de costos como elementos principales) y de los requerimientos económicos de sectores claves (v.g. minería) respecto a fuentes energéticas abundantes y no contaminantes. Es decir, en este sentido el desarrollo de la Energía Solar operaría como un dinamizador económico, ajustando sus ritmos a las necesidades de los mercados tanto a nivel productivo (inyectando energía de menor costo) como también, aportando a una *verderización* de la imagen pública de quienes la utilizan.

A partir de esto, las perspectivas asociadas a esta red se caracterizan por incorporar un incremento de la presencia de Energía Solar en la economía nacional pero sin que ello implique una transformación de las características generales del modelo económico, tales como: su énfasis en actividades extractivas primarias, el hecho de que los avances tecnológicos sean incorporados en función de su rentabilidad a corto y mediano plazo, el papel de los grandes actores económicos (corporaciones transnacionales, por ejemplo) y la necesidad de que elementos normativos no interfieran con las operaciones básicas del modelo de mercado. Estos elementos permiten concluir que, en este caso, la Energía Solar implica principalmente un insumo económico pasivo (en la idea de que su incorporación no pasa por rupturas o procesos de cambio en el sistema económico), y que por tanto puede ser observado como un agente de estabilización del orden económico existente en el país y no necesariamente como un factor de transformación o innovación.

En relación a lo anterior, es importante considerar que si bien pueden existir diversas estrategias para la adopción de la Energía Solar (como se indica en el análisis respectivo de esta red en particular), estas comparten las tres características principales “conservadoras”: no suponen cambios radicales en los procesos productivos centrales del modelo económico, se centran en los requerimientos de los mercados para definir la trayectoria de la Energía Solar y suponen un acoplamiento estrechos entre las operaciones de las organizaciones económicas (empresas) y científico-tecnológicas (centros de investigación, por ejemplo). Este análisis implica que, por ejemplo, adelantos que supongan reducciones considerables en las emisiones contaminantes de determinados procesos productivos, pero no necesariamente reducciones en sus costos, no serían incorporados por las empresas, retrasando la masificación de las ERNC. Así, los avances en materia de Energía Solar, al estar sujetos a la incorporación a gran escala en esta perspectiva por sus rendimientos en el mercado, operarían

como reductores de complejidad económica para las empresas (reduciendo su incertidumbre energética y económica) antes que como mecanismos de catalización de complejidad, por ejemplo, como apuestas de cooperación estado-empresas en que ambas organizaciones aceptan limitar algunas de sus operaciones internas, el control de los desarrollos para los primeros y la ganancia inmediata para los segundos. Así, en esta perspectiva, la Energía Solar también adquiere una forma *conservadora* en términos de la complejidad que puede catalizar en las operaciones intersistémicas.

### **Sobre la Red Semántica “Perspectiva progresista”**

En esta red se articularon los procesamientos semánticos denominados “progresistas”, entendidos como aquellos que se orientan hacia una crítica del modelo energético nacional y sus vínculos económicos y políticos, así como propuestas de transformación en base a dichas críticas.

En esta perspectiva existen dos elementos claves: la transformación de Chile como una “potencia solar” y los cambios requeridos para ello, en especial a nivel de “paradigma energético” (como se discute en las conclusiones de las redes semánticas asociadas a Ciencia y Tecnología). En este sentido, la centralidad del sistema político es clave, puesto que sus operaciones de carácter vinculante son el elemento de coordinación intersistémica que orienta tanto el tipo de desarrollo científico-tecnológico que se privilegiará (recordemos que orientar no es sinónimo de determinación ni de manipulación), generando condiciones para la emergencia de mecanismos de catalización de complejidad acoplados a las exigencias de la reflexividad científica observada (discutida en las conclusiones de las redes semánticas de Ciencia y Tecnología, especialmente N°1 y N°2).

Así, en esta perspectiva, se puede indicar que uno de los factores para la penetración masiva de Energía Solar es su carácter no solo de insumo económico,

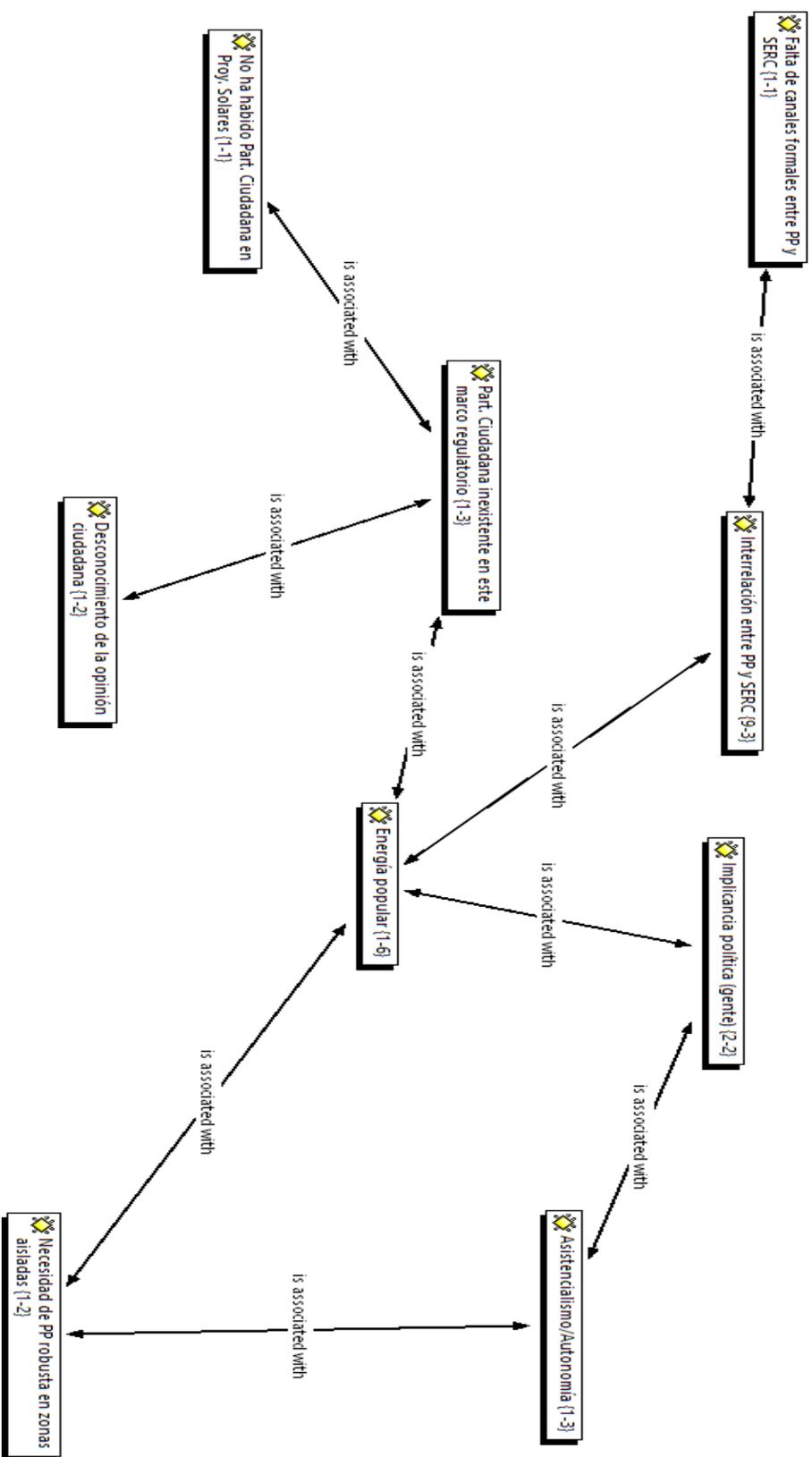
sino de insumo político asociado a un cambio en las relaciones que estructuran los procesos productivos, es decir no solo a un mayor rendimiento en el mercado, sino a una transformación en las operaciones que coordinan y regulan sus acoplamientos con otros sistemas/organizaciones. Es decir, con la idea de insumo político puede entenderse la Energía Solar como un campo semántico fértil para la catalización de complejidad, en tanto su procesamiento no es reducido al puro rendimiento económico, sino que debe contemplar rendimientos de otro tipo: ambientales, sociales, etc. Aquí, la Energía Solar considerada en esta perspectiva como un insumo político, se asocia a un Paradigma energético que cuestiona el crecimiento ilimitado y propugna acoplamientos estrechos entre los sistemas asociados, debiendo ser tratada en su multidimensionalidad y por tanto gatillando transformaciones en dichos sistemas. Esta perspectiva otorga un tratamiento complejo de la emergencia del campo solar y enfatiza en los mecanismos de catalización de complejidad como un eslabón de su estabilización.

Como se señaló, en este contexto el “paradigma energético” es entendido como un conjunto de redes semánticas interconectadas, por lo que no es posible establecer un criterio formal que indique si una tematización o nodo se corresponde de forma unívoca con un paradigma específico. Por ello, los paradigmas energéticos pueden estar más o menos relacionados (como en este caso), dado que su distinción puede entenderse como la estabilización de determinadas redes y nodos característicos (más no exclusivos). Así, al concluirse que la red semántica progresiva puede asociarse a un cambio de paradigma, se está poniendo énfasis en el tratamiento complejo que en esta red se hace de la energía solar, y de su procesamiento como insumo político antes que como insumo económico, como se observa en la red conservadora.

## **Capítulo VIII: Las Políticas Públicas de la Energía Solar en las perspectivas de SERC**

En relación a las políticas públicas, las redes semánticas elaboradas fueron dos. La primera releva aspectos vinculados a la participación ciudadana y a la relación que la Energía Solar podría generar con ella, y de forma más específica procesamientos semánticos vinculados a la relación entre la generación de políticas y SERC. Los detalles se presentan a continuación.

*Red Semántica 6. Participación. (Dimensión Políticas Públicas)*



## **Red Semántica Políticas Públicas N°1 “Participación”**

En esta red se incluyeron los procesamientos vinculados con la participación de diversos actores sociales en la conformación de elementos políticos que incidan en la emergencia de la Energía Solar en Chile. En este sentido, se hace referencia tanto a las políticas públicas en específico como a otros elementos que, se asume, participan de su configuración. Se relevan, en espacial, los actores sociales que deberían ser importantes en este proceso.

El primer nodo relevante en esta red es el de “Energía Popular”, que pone énfasis en la capacidad de la Energía Solar de ser adoptada para diversos usos, desde los industriales a los domésticos en zonas vulnerables. Es esta “*modularidad*” o “*escalamiento*” de la Energía Solar lo que permitiría su consolidación como “energía popular”, es decir masificada entre diversos grupos socio-económicos y con diversos fines mediados precisamente por los intereses de los grupos en cuestión.

Asociado a lo anterior, se encuentra el nodo “Implicancia política”, referido a que para incrementar el uso de Energía Solar en los distintos niveles señalados en el nodo anterior, es importante que existan grados de compromiso por parte de las comunidades, o de forma más amplia, de la ciudadanía. Se señalan dos elementos en este sentido. Primero, el hecho de que en zonas aisladas es necesario implementar sistemas de almacenamiento que respalden energéticamente a las comunidades cuando la Energía Solar no esté disponible directamente (por ejemplo, en las noches), o bien, el diseño de esquemas de consumo que obstaculicen un sobreconsumo en determinado momento. Estas dos acciones requieren coordinación de las comunidades a nivel político y organizativo, por lo que es una variable de interés en la presente red semántica. Segundo, el hecho de que en instancias iniciales del desarrollo de la Energía Solar ésta no sea necesariamente rentable a corto o mediano plazo, abre la posibilidad a que grupos sociales puedan optar por pagar más en aras de tener un consumo

menos contaminante. Ahora bien, esta decisión puede entenderse como política en tanto no hay un cálculo puramente económico en su base, pero tampoco puede adjudicarse una cierta ideología “verde” de forma automática, pues pueden existir otros factores culturales o sociales implicados (por ejemplo, promover un cierto estatus o interés en temas de innovación, etc.) Determinar el cúmulo de factores presentes demandaría una investigación más profunda, por lo que solo se hará mención de estos elementos.

En esta misma línea, el nodo “Necesidad de Políticas Públicas robustas en zonas aisladas” (en términos geográficos) subraya la necesidad de que la implementación de Energía Solar en dichas localidades debe estar acompañada de un conjunto de medidas que impliquen seguimiento, mantención, capacitación, recursos y vinculación con organismos “expertos” (centros universitarios, ONG’s, etc.) que favorezcan la adaptación exitosa de estas comunidades a la tecnología y *“que no termine esto en instalar los paneles y que después en un año no sirvan para nada”*. Y, también asociado a este procesamiento, el nodo “Asistencialismo/Autonomía” pone en cuestión la forma en que las políticas públicas se vincularán con las comunidades que implementen proyectos solares de pequeña/mediana escala, es decir si fomentará mayores grados de desarrollo social vinculados con mayor participación política de sus miembros y solamente se entregarán insumos que profundicen su dependencia social y económica con centros de poder o conocimiento.

Continuando con el análisis, el nodo “Interrelación entre P.P. y SERC” releva aquellos contenidos semánticos asociados a los vínculos entre ambas instancias. En este ámbito, pueden distinguirse tres elementos claves que configuran esta semántica. En primer lugar, la idea de que SERC, entendida como una política pública, es un esfuerzo *“contundente”* (y relacionado con otras iniciativas, como proyectos de innovación generados por CORFO) para la promoción de la Energía Solar en nuestro país. Esto es, que la política de desarrollar un polo de acumulación de saberes y experiencias susceptibles de traspasarse a otros

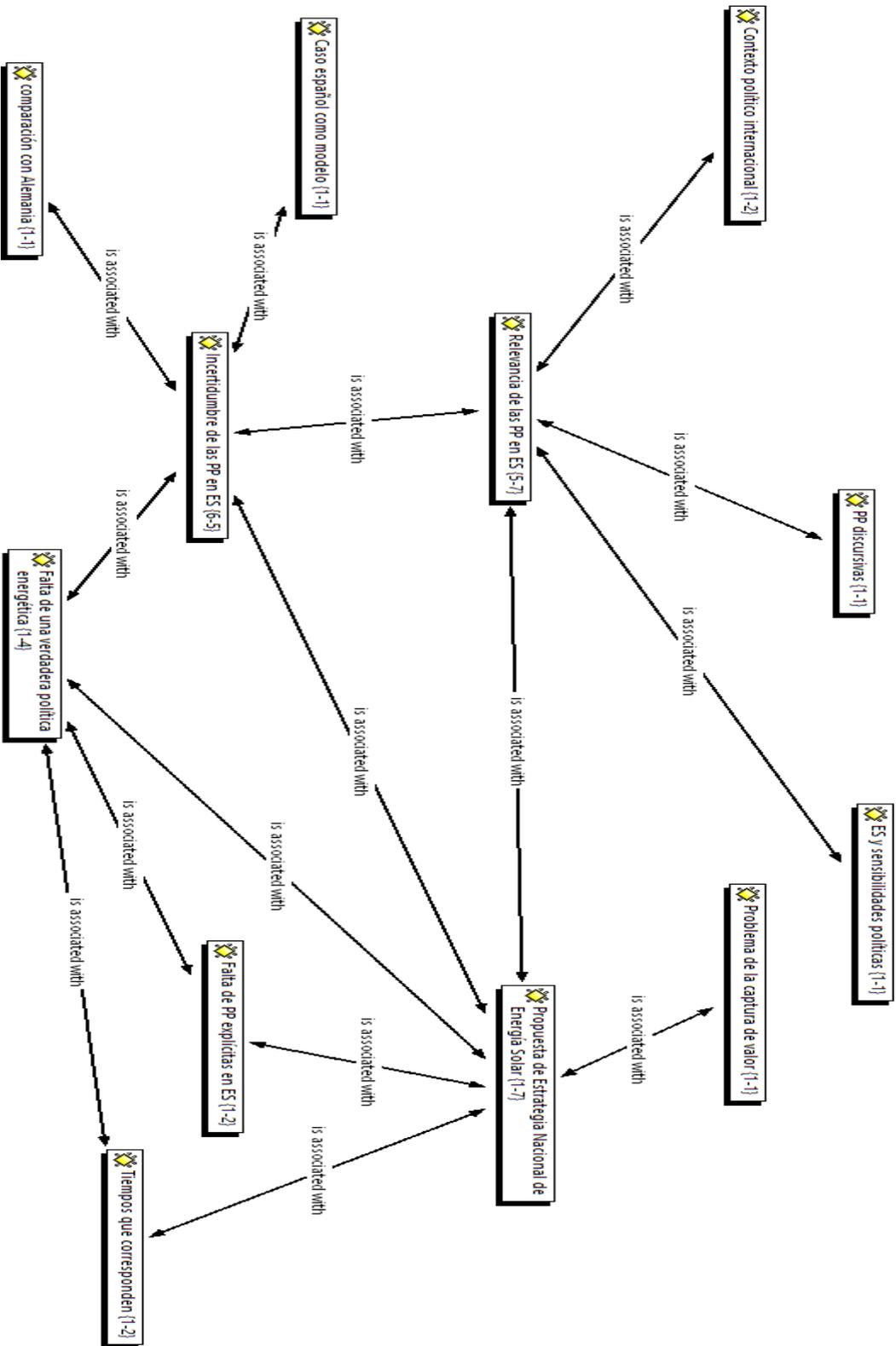
ámbitos (empresas, por ejemplo) es el mejor camino para el objetivo planteado. Esto implica que otras medidas más profundas (por ejemplo, subsidios a tecnología solar en gran escala o la apertura de nichos exclusivos para su desarrollo) no son contemplados como eficientes. Ahora bien, en este sentido, es importante considerar que los aportes del Centro hacia la formación de Políticas Públicas es observada como más allá del “rol tradicional” de las instancias académicas, enfatizando que existe una cercanía bastante cercana entre miembros de SERC y los tomadores de decisiones, básicamente por compartir espacios y por *“relaciones personales”*, incidiendo estos en un acercamiento más fluido. Sin embargo, este mandato otorgado a SERC en su calidad de FONDAP está cruzado por una incertidumbre en cuanto a los mecanismos concretos por los que el Centro se vincularía con los espacios políticos. Esta incertidumbre está sintetizada en el nodo “Falta de Canales Formales entre P.P. y SERC”. Finalmente, y volviendo al nodo “Interrelación entre P.P. y SERC”, se señala que precisamente una de las tareas a cumplir por el Centro es *“ir creando estos puentes, diálogos y de manera que los grupos de investigadores puedan trabajar en torno a los problemas país reales y no problemas hipotéticos, e ir dando soluciones reales a los problemas contingentes”*, ya que *“sí hay un rol pero la manera de cumplir ese rol no está muy clara, porque no está muy clara y hay un trabajo que hacer ahí de cómo lograr esta sinergia entre tomador de decisión, autoridades con equipos de científicos e investigadores.”* · Es decir, generar mecanismos que reduzcan la incertidumbre respecto a los circuitos de comunicación entre SERC y organismos que generan Políticas Públicas es una de los desafíos incluidos en esta perspectiva.

El siguiente nodo relevante en esta red es “Participación inexistente en este marco regulatorio”, que enfatiza la ausencia de participación ciudadana en, por ejemplo *“la modificación de la ley de energías renovables”*. En este sentido, se hace ostensible que en futuras instancias regulatorias la opinión ciudadana debe ser considerada en términos no solo informativos, sino también vinculantes. Es

importante considerar que dicho procesamiento se refiere al ordenamiento normativo energético completo, y no solo a aquellos relacionados con la Energía Solar.

Asociado a lo anterior, se encuentran dos nodos que complementan la ausencia de vínculos establecidos entre políticas públicas y la sociedad civil. Primero, la ausencia específica de participación ciudadana en proyectos solares (“No ha habido participación en proyectos solares”). Segundo, y relacionado con lo recién señalado, el desconocimiento respecto a la posición de la población en cuanto a la implementación de proyectos solares (“Desconocimiento de la opinión ciudadana”), entendiendo que los mecanismos institucionales son solo un aspecto de esta cuestión, pudiendo plantearse otros como la emergencia de movimientos sociales que politicen alguna posición específica (a favor o en contra), los que tampoco se consideran presentes. Es interesante el contrapunto en este sentido con otras formas de desarrollo energético (como la termoelectricidad) que es rechazada directamente por diversos movimientos sociales y políticos. Al respecto, se plantea que la posición de la gente es más bien desconocida, aunque “*hasta el minuto va bien*”.

Red Semántica 7. Aspectos Macro-Políticos. (Dimensión Políticas Públicas)



## **Red Semántica Políticas Públicas N°2 “Macro-política”**

En la segunda red semántica generada en relación a las Políticas Públicas, se desarrollan aspectos de carácter “macro-políticos”, es decir aquellos nodos semánticos que tematizan aspectos generales del carácter y énfasis que las políticas públicas ocupan en la emergencia de la Energía Solar y sus perspectivas a futuro.

El primer nodo relevante en esta red es “Relevancia de las P.P. en E.S.”, que pone en un lugar prioritario el rol de los Estados como agentes que generan transformaciones a nivel de los regímenes energéticos con independencia de consideraciones de tipo “*costo efectivas*”, es decir aspectos que exceden la retribución económica. Ejemplo planteado en este sentido es el de la carrera a la Luna por parte de EE.UU. en el siglo pasado, marco de comparación altamente ilustrativo de los grados de impacto socio-cultural que se esperan a partir de los desarrollos en Energía Solar, es decir de hasta qué punto dicho desarrollo puede transformar la trayectoria social, cultural y económica del país.

A nivel global, y asociado con el procesamiento anterior, en el nodo “Contexto político internacional” se destacan dos elementos: primero, los aspectos normativos que impulsan el desarrollo de ERNC en general entendidos como “*compromisos internacionales*” adquiridos por Chile para promover las ERNC en general. Y en segundo lugar se señala la “*presión... (y por presiones entiéndanse un buen concepto)*” de los principales centros de desarrollo en la materia (Alemania, por ejemplo) por vender y transferir la tecnología hacia otros países, facilitándose la cooperación entre polos más o menos avanzados. Así, existiría una atmósfera altamente favorable para los impulsos en la materia, tanto a nivel de la política formal (compromisos) como de las redes de transferencia de la tecnología y conocimientos necesarios para dinamizarlos.

Ahora bien, a manera de crítica, el procesamiento “Políticas Públicas discursivas” refleja un grado de desconfianza en los efectos concretos que las Políticas Públicas que, se espera, se desarrollen, y por cierto en las que ya se han generado, tengan en la materia. De forma ilustrativa, se señala que *“del 100% (de la Política Pública) yo creo que está activa en un 20% y el 80% yo creo que es discursiva”*.

Un nodo interesante en cuando a las complejidades asociadas al desarrollo de Políticas Públicas en la materia es el de “Energía Solar y sensibilidades políticas”. Dicho procesamiento enfatiza la relación de la Energía Solar con una sensibilidad política orientada a *“temas estructurales”*, distinguible de una que enfatiza el *“fierro y el cemento”* de las grandes obras públicas, es decir de aquellos logros más visibles o concretos, que no implican necesariamente una mejora en la calidad de vida de las personas. Ejemplos de lo primero serían las reformas iniciadas por el primer gobierno de Michelle Bachelet, especialmente el impulso a la división de Energía y Equidad del Ministerio de Energía, mientras que del segundo serían las carreteras concesionadas durante el gobierno de Ricardo Lagos.

Ahora bien, en términos de diagnóstico, el nodo “Incertidumbre de las Políticas Públicas en Energía Solar” sintetiza dos elementos relevantes. En primer lugar, el hecho de que resulta difícil generar una evaluación definitiva sobre la materia, dado que no existe claridad en distintos puntos, tales como: marco de interconexión al sistema eléctrico de los proyectos solares (*“no están bien definidos respecto de los costos de interconexión, porque una vez que tengo la planta cómo me interconecto, qué peajes tengo que pagar, hay cosas que no están tampoco cien por ciento definidas”*), evaluación de los programas desarrollados hasta el momento (tales como el de implementación de colectores solares térmicos), evaluación del trabajo de organismos específicos (como las iniciativas de fomento a ERNC del Ministerio de Energía), entre los principales. Por lo anterior, las opiniones son más bien “intuitivas”, en tanto no se cuenta con datos concretos en prácticamente ninguno de los temas más relevantes en el ámbito,

generándose ante todo una atmósfera de incertidumbre que fluctúa entre posiciones más optimistas a otras menos (en tanto los efectos concretos que las políticas tendrán). En segundo lugar, y en términos diacrónicos, sí se señala que en relación a varias décadas atrás, el avance es significativo en tanto el Estado ha iniciado de forma específica el tratamiento de estos temas.

En relación con lo anterior, el nodo “Falta de una verdadera política Energética” pone de manifiesto la posición más crítica, en tanto las iniciativas llevadas a cabo hasta el momento no constituirían un marco de desarrollo lo suficientemente fuerte como para impulsar de forma definitiva el desarrollo solar, especialmente en investigación y en formación de capital humano.

Así, los nodos “Caso español como modelo” y “Comparación con Alemania” orientan una de las principales líneas observación de lo que debiera ser una Política Pública que de un salto cualitativo en la temática. En el caso español, se destaca la decisión política de generar una masa crítica de capital humano avanzado, especialmente al alero de la Plataforma Solar de Almería, y la capacidad de vinculación entre dicha masa y diversas empresas que actualmente son de relevancia mundial en el ámbito solar. En el caso alemán, se destaca también la decisión política de fortalecer la investigación, pero además la penetración de la tecnología a nivel de población (“...uno ve que todas las casas han puesto paneles solares”).

Continuando con el análisis de la red semántica, otro procesamiento altamente relevante es “Propuesta de Estrategia Nacional de Energía Solar”, que se refiere al desarrollo, a partir del Fondo de Innovación para la Competitividad, de un *“programa de energía solar de Chile, podría incorporar la creación de la plataforma solar atacama, la creación de plantas prototipos para investigación de tecnología, la apuesta de la plataforma ya afuera de proyectos de más envergadura, que se salen de los cánones normales de proyectos “FONDEQUIP”, “INNOVA”, “FONDEF”, con apuestas mucho más contundentes a temas solares”*. Es decir, se

espera que a partir de esta nueva política se dé un salto cuantitativo en relación a las posibilidades de desarrollo de la Energía Solar, con la formación de la Plataforma Solar de Atacama como medida clave. En este punto, se señala que SERC apuesta por ser un agente altamente “*propositivo*” tanto en temas científicos como políticos

En relación a esto, el nodo “Problema de la captura de valor” releva la necesidad de que, a partir de los desarrollos en la materia, el valor generado sea capturada por el país, “*y que no suceda que terminemos metiendo recursos chilenos y la captura de valor sea de empresas extranjeras*”. En este punto se señala que no hay claridad respecto a lo que efectivamente sucederá a partir de las iniciativas políticas señaladas en el nodo anterior.

Ahora bien, el nodo “Propuesta de Estrategia Nacional de Energía Solar” viene a ocupar un vacío más o menos amplio en la materia, cuestión indicada por el nodo “Falta de P.P. explícitas en materia solar”, el que se ha mantenido en la red semántica como un indicador de la necesidad de avanzar de forma concreta. Aunque hay que aclarar que esto solo podrá evaluarse una vez la Estrategia Nacional de Energía Solar entre en funcionamiento, como señalan los entrevistados.

Finalmente, el nodo “Tiempos que corresponden” problematiza la relación entre los nodos “Falta de una verdadera política energética” (es decir, lo actual) y “Propuesta de Estrategia Nacional de Energía Solar” (es decir, lo que se hará), en tanto abre la pregunta sobre los tiempos, en términos de su retraso o no, que han tenido estas iniciativas en relación a las necesidades del campo. Así, si bien algunos investigadores plantean que esto debió hacerse tiempo atrás, una postura que toma en cuenta los elementos institucionales y la complejidad de los cambios requeridos, indica más bien la imposibilidad de apurar las transformaciones solamente desde las voluntades o desde las certezas científicas (“...*pero yo diría*

*que se están tomando los tiempos que corresponden nada más, en estos momentos esto no es fácil, y el proceso está en el medio”).*

## **Perspectivas de desarrollo de las Políticas Públicas en Energía Solar presentes en SERC**

A continuación se presenta el análisis de las perspectivas de desarrollo de las Políticas Públicas en materia de Energía Solar derivadas de las redes semánticas presentadas.

### **Sobre la Red Semántica “Participación”**

En esta red semántica se incorporan aquellos procesamientos relacionados con Energía Solar y la participación ciudadana. En este sentido, las perspectivas que emergen a partir del análisis están cruzadas por la potencialidad del campo solar de interactuar de formas diversas con actores sociales y por tanto de “politizar” prácticas asociadas a la producción, consumo y percepción de la energía. Así, esta red semántica puede asociarse a la red económica progresiva, en tanto en ambas se pone énfasis en la capacidad de la Energía Solar de gatillar complejidad en las operaciones de los sistemas asociados, ya sea mediante transformaciones de su procesamiento económico (como un insumo político que limita el puro rendimiento de mercado de la energía) o bien como un articulador de redes sociales (comunidades que se organizan para la implementación y control de tecnología solar, por ejemplo). Resulta interesante señalar, además, que no puede atribuirse un contenido ideológico específico al uso de la Energía Solar, es decir pueden existir posturas diversas que promuevan su implementación, por ejemplo ideologías “verdes”, de orientación económica (ahorro), o bien por una búsqueda de estatus.

A partir de lo anterior, puede señalarse que ambas perspectivas presentan un grado de co-evolución que se manifiesta en la tematización de la Energía Solar como un insumo político, susceptible de analizarse en cuanto tal a partir de dimensiones económicas (en relación a su incorporación por parte de empresas como factor de transformación) o políticas, como probabilización de posiciones asociadas a una red social específica (una comunidad, por ejemplo). Es decir, en ambas redes semánticas pueden observarse la emergencia de mecanismos de catalización de complejidad como factor para el desarrollo de la Energía Solar, señalándose como co-evolución al existir en ambas redes una apertura política de lo solar orientada a transformar el modelo energético vía inclusión de actores sociales y políticos y restricción de los rendimientos de mercado como criterio exclusivo.

### **Sobre la Red Semántica “Macro-Política”**

A partir de esta red semántica, centrada en los aspectos “macro” de la política pública (estado y requerimientos para el fomento de la Energía Solar, papel del Estado, etc.), es posible desarrollar las siguientes conclusiones. Como primer aspecto, se puede señalar que, al existir una apertura política de la Energía Solar, esta puede observarse como un campo de disputa entre proyectos de distintos tipo, sin embargo en términos generales, las perspectivas de SERC se orientan hacia una suerte de consenso entre los distintos actores políticos (conglomerados con opciones de acceder al gobierno, principalmente) que estructure una planificación a nivel de Estado. Ahora bien, en este punto se señalan críticas al trabajo realizado hasta ahora que cuestionan la capacidad real del Estado de llevar adelante dicho plan de la forma que se espera. Alusiones a un exceso de discursividad, a la incertidumbre que se genera en el sistema científico por la falta de una orientación clara y a la pasividad que se ha tenido en la materia, pueden ser entendidas como obstáculos al desarrollo de la Energía Solar, aunque también

existen posturas que señalan la oportunidad histórica de la actual gestión para definitivamente dar un salto en la materia mediante la superación de estos errores.

Sin embargo, esta doble lectura, como crítica o como oportunidad para el diseño político de un modelo solar de energía, contiene elementos que restringen el cuestionamiento al actuar del Estado en términos negativos (“no hacer más”, por ejemplo) sin dar un tipo de salto reflexivo como el que se da en las perspectivas asociadas al sistema científico, en que se plantean múltiples modificaciones que pueden resultar en un cambio evolutivo del sistema científico y sus operaciones. Más que cuestionar el rol del Estado, nos referimos a que no parece haber una perspectiva de transformación del Sistema Político y sus operaciones análogo a los impactos que se espera de la Energía Solar en otras esferas de la sociedad.

En cuanto a los elementos globales, se puede señalar que en esta perspectiva es relevante el proceso de vinculación con las “potencias solares”, en las que destaca Alemania y España. En este sentido, la vinculación es principalmente política en tanto implica no un mero traspaso de información, sino más bien la generación de instancias que debatan y articulen procesos de desarrollo más o menos asociados y la configuración de modelos que permitan operar desde ámbitos comunes de lo solar. Esto no implica una pura receptividad, sino por el contrario búsqueda activa de referentes internacionales y la constante búsqueda de actualización en torno a la realidad nacional como un factor clave para promover la captura de valor por parte del país.

Finalmente, se puede señalar que en esta perspectiva no hay una clara identificación de tensiones o conflictos específicos asociados al desarrollo de lo solar, sino una observación de problemas funcionales tanto sincrónicos, por ejemplo falta de coordinación entre actores claves, como diacrónicos, por ejemplo desarrollo atrasado en áreas primordiales como la formación técnica. Esta escasa conflictividad intrínseca es una de las características relevantes presentes en esta perspectiva.

## Capítulo IX: Conclusiones Generales

A partir del conjunto de redes semánticas observadas, se pueden señalar las siguientes conclusiones.

Para comenzar, se concluye que en SERC existe un importante grado de reflexividad sobre la complejidad social asociada al desarrollo de la Energía Solar. Esto implica recurrentes observaciones sobre las principales variables y actores presentes y sus características (distinción urbano-rural, vulnerabilidad, eficiencia económica, etc.) y el desarrollo de herramientas y semánticas que procesen dichas complejidades de forma más o menos específica. Dicha reflexividad se asocia a la capacidad de *flexibilidad* en la organización, tanto en su forma (por ejemplo, inclusión de especialidades no contempladas) como en sus semánticas (por ejemplo, actualización de sus logros esperados).

Este punto es relevante para la comprensión de la diversidad de redes semánticas configuradas a partir de los datos recogidos y de las asociaciones y no-asociaciones presentes entre ellas, las que operan como un campo fértil para sucesivos procesos reflexivos y por tanto para la estabilización de perspectivas. Esto quiere decir, la presencia de un conjunto de temas más o menos estables a partir de los cuales los miembros de la organización pueden observar sus prácticas y proyectarlas a largo plazo.

Ahora bien, en este contexto la reflexividad observada en SERC se ve limitada por dos condiciones: en primer lugar, la dificultad para estabilizar canales formales con otros sistemas sociales (política y mercado, básicamente) que permitan una menor incertidumbre en relación a las labores y desafíos específicos que SERC debe desarrollar. (Ejemplos de lo anterior son la falta de canales formales existentes entre la organización y organismos públicos). Esta incertidumbre implica, por ejemplo, que se destinen recursos organizacionales para determinados procesos sin que exista claridad sobre sus efectos.

En segundo lugar, puede señalarse que la diversidad semántica analizada puede generar “puntos ciegos” en torno a aspectos sociales del desarrollo de la Energía Solar. En concreto, distintos procesamientos semánticos pueden invisibilizar efectos, intereses u otros elementos presentes en las observaciones realizadas sobre determinados acontecimientos sociales que están implicados en dichos procesamientos y por tanto resulta difícil distinguir su “afuera”. Un ejemplo en este sentido sería la distinción temática valor social/valor de mercado a partir de las cuales se puede entender la Energía Solar, y de no actualizarse de forma explícita las semánticas implicadas en dicha distinción por parte de la organización<sup>12</sup> se pueden obviar algunas de las consecuencias de sus “usos”. Así, si las semánticas del valor de mercado de la energía son estabilizadas a la hora de analizar un proyecto en una comunidad vulnerable, con la consiguiente clausura política de la energía que tiende a generarse, pueden ser invisibilizados elementos no económicos importantes para la comprensión del contexto de vulnerabilidad en que esa comunidad se sitúa y por tanto volver “ciega” a la organización sobre sus efectos en dichos elementos, por ejemplo temas étnicos.

Si bien por un lado las distintas perspectivas contenidas en SERC enriquecen sus posibilidades reflexivas, por otro lado complejizan la tarea de especificar los ámbitos de operación de la organización, al multiplicar sus posibilidades de observar su entorno y por tanto la emergencia de “puntos ciegos”.

### **Sobre los Campos emergentes**

Como se señaló, la Energía Solar puede ser observada como un campo emergente en relación a su estado “formativo”, su orientación a futuro y la apertura semántica que esto permite, al no existir procesamientos demasiado centrípetos que aglutinen al conjunto de datos recogidos. Es pertinente, en este contexto,

---

<sup>12</sup> Entendiendo que con esto se hace referencia a un concepto que puede ser denominado de otras formas por la organización.

señalar las conclusiones derivadas de tal conceptualización a partir de los análisis realizados.

De forma aclaratoria, se puede decir que el carácter de campo emergente no debe confundirse con “estados de desarrollo” de algún tipo de tecnología, tales como el grado de penetración de la Energía Solar en el mercado o la conformación de políticas públicas específicas, si bien lo anterior puede estar relacionado. Como se trató de mostrar, el carácter de campo emergente de la Energía Solar se caracteriza por permitir un análisis basado en el tratamiento semántico que se le da al fenómeno, caracterizado por su orientación a futuro, la co-evolución de las redes semánticas y la configuración de perspectivas que definen el tipo de desarrollo que se espera en la materia.

Siguiendo esta idea, se puede decir que una de las características centrales de los campos emergentes en Ciencia y Tecnología es precisamente el hecho de que permitan un tratamiento semántico que opere en diversos niveles (temporales y espaciales), como el observado en este caso, con cierta independencia del grado de desarrollo concreto que tengan en la sociedad. Lo anterior, dado que al generar proyecciones sobre el desarrollo de los campos señalados las organizaciones pueden reducir complejidad tanto interna como externa vinculando sus recursos y operaciones actuales con efectos esperados a *futuro* antes que con el *presente*. Justamente, la *prognosis* presente en el tratamiento semántico de los campos emergentes puede entenderse como una forma de actualizar el sistema organizacional proyectándolo hacia el futuro, permitiéndole así estructurar determinadas operaciones sin tener que estar anclada en los obstáculos del presente. En este caso, el hecho de que Chile no sea un *país solar* es un aliciente fundamental a la hora de generar perspectivas sobre cómo alterar esa realidad y por tanto, opera como impulso a la organización. Sentado esto, puede extrapolarse la idea de que la ciencia contemporánea incorpora *temáticamente* las dimensiones políticas y económicas dentro de sus procesamientos, entendiendo que ambas son relevantes para su configuración como sistema, sobre todo de

forma mediatizada por la dimensión temporal. Esta porosidad del sistema científico, entonces, se asocia a su propia producción del tiempo (en este caso, las perspectivas definidas sobre la Energía Solar).

## **Sobre las Controversias**

Otro punto relevante es acerca del tipo de controversias que se pueden observar en la organización. Estas quedan evidenciadas básicamente en la presencia de redes semánticas que ponen énfasis en procesamientos contrapuestos, destacándose la oposición entre apertura política/clausura económica señalada en las redes asociadas al mercado. Esta controversia plantea lo que, a largo plazo, puede suponer tensiones tanto científicas como político-económicas en relación a la Energía Solar, es decir la pregunta por el tipo desarrollo que su uso conllevará y los actores sociales que participarán de sus costos y beneficios.

Sin embargo, al estar el campo solar aún en una fase embrionaria, aunque creciente, las controversias surgidas parecen no suponer un mayor grado de ruptura al interior de la organización, posiblemente por dos razones: 1) el hecho de que SERC sea visto principalmente como un espacio para el desarrollo de los temas solares desde una perspectiva multidimensional y compleja, asumiéndose así la diversidad conceptual que se refleja en las redes semánticas analizadas. 2) Las controversias presentes se generan dentro del tratamiento a futuro que se le da a lo solar, razón por la cual resulta difícil establecer un criterio correctivo lo suficientemente fuerte como para delimitar las posiciones, toda vez que estas se refieren a situaciones que están en gestación. Por ejemplo, al señalarse la posibilidad de las interacciones del tipo ganador-ganador en los proyectos solares dentro del modelo energético actual, se asume que aún no hay condiciones “objetivas” para evaluar dicha postura.

Finalmente, es necesario señalar que las controversias en este campo no parecen ser particularmente explícitas o demasiado visibles, lo que es bastante coherente con el carácter emergente del campo solar. Esto, pues al encontrarse aún en una posición embrionaria, las controversias que surjan en su interior no se encuentran estabilizadas (por ejemplo, en publicaciones, centros de estudios, etc.). Por ello, este tipo de análisis parece adecuado para hacer emerger dichas tensiones aunque sea de forma parcial, entendiendo que sus objetos de disputa se encuentran tanto en el presente concreto desde el cual se presentan como en el futuro difuso en el que pretenden intervenir.

## **Capítulo X: Bibliografía**

Aleklet, K., Hook, M., Jakobsson, K., Lardelli, M., Snowden, S. y Soderbergh, J. (2010) The Peak of the Oil Age Analyzing the world oil production Reference Scenario in World Energy Outlook 2008, Energy Policy N° 38

Bardi, Ugo (2008), Peak oil: The four stages of a new idea, Revista Energy N° 34

Barreto, C. y Campo, J. (2012) Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel, Revista Ecos de Economía Vol. 16 N° 35

Barribal, K. y While, A. (1994). Collecting Data using a semi-structured interview. Journal of Advanced Nursing N° 19

Borup, M., Brown, N., Konrad, K. y Van Lente, H. (2006) The Sociology of Expectations in Science and Technology. Technology Analysis & Strategic Management Vol. 18 N° 3 y 4

Brown, N. and Michael, M. (2003). *Sociology of Expectations: Retrospecting Prospects and Prospecting Retrospects*. *Technology Analysis and Strategic Management*, Vol. 15 N°1

Byrne, J., Kurdgelashvili, L., Mathai, M., Kumar, A., Yu, J., Zhang, X., Tian, J., Wilson, R. y Timilsina, G. (2010) *World Solar Energy Review: Technologies, Markets, Policies*, Editado por Center for Energy and Environmental Policy, University of Delaware

Byrne, R., Smith, A., Watson, J. and Ockwell, D. (2011) *Energy Pathways in Low-Carbon Development: From Technology Transfer to Socio-Technical Transformation*, STEPS Working Paper 46, Brighton: STEPS Centre

Cai, Y. y Liu, C. (2013) *The roles of universities in Chinese regional innovation systems— a re-examination of the Triple Helix model* Publicado en *Regional Studies Association European Conference 2013: Shape and be Shaped The Future Dynamics of Regional Development*, University of Tampere, Finland

Cámara Chilena de la Construcción (2013) *Matriz Energética y Generación Eléctrica: Una mirada Internacional*, Minuta CEC N°28

Cancino, R. (2011). *Complejidad y Evolución en Sistemas de Conocimiento: Dispositivos de producción de Complejidad en el sistema científico-técnico en Chile*. *Revista MAD* N° 25.

Carlyle, S. y Browne, Tyler. (2012) *Innovative US energy policy: a review of states policy experiences*, *Revista WIREs Energy Environ* Vol. 00

Corsi, G., Esposito, E. y Baraldi, C. (1995) *Glosario sobre la Teoría Social de Niklas Luhmann*. Universidad Iberoamericana

Devabhaktuni, V., Alam, M., Depuru, S., Green II, D., Nims, D. y Near, C. (2013) Solar energy: Trends and enabling technologies, Renewable and Sustainable Energy Reviews N° 19

Dockendorff, C. (2006) Lineamientos para una teoría sistémica de la cultura. En Osorio, F. y Aguado, E. (Editores) La nueva teoría social en Hispanoamérica: Introducción a la Teoría de Sistemas Constructivista. UNAM

Dreselhaus, M. y Thomas, I. (2001) Alternative energy technologies, Revista Nature Vol. 414

Elizalde, A. y González, M. (2008) Chile: ¿autosuficiencia o “autismo” energético? La tensión entre integración regional y sustentabilidad, Revista Polis, Vol.7 N° 28

Escenarios Energéticos Chile 2030 (2013) Documento de Trabajo elaborado por el Comité Técnico de la Plataforma Escenarios Energéticos 2030

Elo, S. y Kingas, H. The qualitative content analysis process. Journal of Advanced Nursing Vol. 62 N°1

Ferrari, L. (2013) Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas, Revista Mexicana de Física, Vol. 59 N° 2

Gómez, A. (2005). De símbolos y Hackers: guías en la sociedad del conocimiento. Revista Liminar Vol. 3 N°1

Groba, F. y Breitschopf, B. (2013) Impact of Renewable Energy Policy and use in innovation, German Institute for Economic Research, Discussion Papers 1318

Hong, H., Scardamalia, M. y Zhang, J. (2010). Knowledge Society Network: Toward a dynamic, sustained network for building knowledge. *Canadian Journal of Learning and Technology*, Vol. 36 N°1

International Energy Agency (2013) *Key World Statistics*, Editado por la Agencia Internacional de Energía

Jaegersberg, G. y Ure, J. (2011) Barriers to knowledge sharing and stakeholder alignment in solar energy clusters: Learning from other sectors and regions, *Journal of Strategic Information Systems* N° 20

Jensen, J. y Hurley, R. (2010). Conflicting stories about public scientific controversies: Effects of news convergence and divergence on scientists' credibility. *Public Understanding of Science*, N° 21 Vol. 6

Jimenez, S. (2011) *Energía Renovable No Convencional: Políticas de Promoción en Chile y el Mundo*, Editado por Instituto Libertad y Desarrollo, Serie Informe Económico N° 218

Johnstone, N., Hascic, I. y Popp, D (2008) *Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts*, Editado por National Bureau of Economic Research, Working Paper N° 13760

Kitzinger, J. y Williams, C. (2005) Forecasting science futures: Legitimising hope and calming fears in the embryo stem cell debate, *Social Science & Medicine* 61

Knorr Cetina, Karin. (2005) *La Fabricación del Conocimiento*. Universidad Nacional de Quilmes.

Lewis, N. y Nocera, D. (2006) Powering the planet: Chemical challenges in solar energy utilization, Revista Proceedings of the National Academy of Sciences Vol. 103 N°43

Leydesorff, L. (2012) The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an *N*-Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy? Journal of the Knowledge Economy Vol.3 N°1

López, J (2007) Inteligencia institucional. Hacia una ecología social de las organizaciones. Encuentros Multidisciplinares Vol. 26 N°9

Luhmann, N. (2006). La sociedad de la Sociedad. Editorial Herder

Marcus, G. (2007) Collaborative Imaginaries. Taiwan Journal of Anthropology Vol. 5 N°1

Meng, Y. (2013) Renewable Portfolio Standard and State-Level Renewables Innovation in the United States, Paper presentado en 32° USAEE/IAEE North American

Moreno, N. y Jiménez-Liso, M. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias N°9. Vol.1

Mowery, D. y Sampat, B. (2004) Universities in national innovation systems, en: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Eds.), The oxford handbook of innovation. Oxford University Press, Oxford y New York

Nissilä, H., Lempiälä, T. y Lovio, R. (2014) Constructing Expectations for Solar Technology over Multiple Field-Configuring Events: A Narrative Perspective. *Science & Technology Studies*, Vol. 27 N°1

Observ'Er y Fondation Energies pour le monde (2013) Worldwide electricity production from renewable energy sources. Fiftinht Inventory. Editado por Observ'ER

Olivares, A (2013). Energía Solar Fotovoltaica en Chile, Presentación en el IX Foro Chileno-Alemán de Energías Renovables, recuperado el 22 de Mayo de 2014 de <http://cer.gob.cl/wp-content/uploads/downloads/2013/04/Aceleraci%C3%B3n-de-proyectos-CAMCHAL-solar-PDF.pdf>

O´Ryan, R. (2008). Diseño de un Modelo de Proyección de Demanda Energética Global Nacional de Largo Plazo, Informe para Comisión Nacional de Energía, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile

Pasqualetti, M. (2011). Social Barriers to Renewable Energy Landscapes. *The Geographical Review* N°101 Vol.11

Pastén, C. (2012). Chile, energía y desarrollo, *Revista Obras y Proyectos* N° 11

Pla, M. (1999). El rigor en la investigación cualitativa. *Aten Primaria* Vol.24 N°5

Olavarría, M., Navarrete, B. y Figueroa V. (2011). ¿Cómo se formulan las políticas públicas en Chile? Evidencia desde un estudio de caso. *Política y Gobierno* Vol. 18 N° 1

Rodon, J. y Pastos, J. (2007). Applying Grounded Theory to Study the Implementation of an Inter-Organizational Information System. *The Electronic Journal of Business Research Methods* Vol. 5 N°2

Sánchez, G. (2011). Resumen sintético del Sistema Social de la Ciencia según Niklas Luhmann. *Revista MAD* N° 24

Sauma, E. (2012) Políticas de fomento a las Energías Renovables no Convencionales (ERNC) en Chile, en *Temas de la Agenda Pública*, Año 7 N° 52, Editado por la Pontificia Universidad Católica de Chile

Solomon, S., Plattner, G., Knutti, R. y Friedlingstein, P. (2009) Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions, *Revista Proceedings of the National Academy of Sciences* Vol. 106 N°6

Stein Backes, D., Stein Backes, M., Biazus, C. y Lorenzini, A. (2012) The nursing care system from a Luhmannian perspective. *Revista Latino-Americana de Enfermagem* Vol. 20 N° 5

Timilsina, G., Kurdgelashvili, L. y Narbel, P. (2012) Solar energy: Markets, economics and policies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* N° 16

Tolón, A., Lastra, J., Piñero, F. y Fernández, F. (2011) European Union energy policy for sustainable development Nonlinear distribution proposed for EU's 20-20-20 energy goals, *Revista Observatorio Medioambiental* Vol. 14

Tsoutsos, T., Frantzeskaki, N. y Gekas, V. Environmental impacts from the solar energy technologies. *Energy Policy* N° 33

Velásquez, R. (2009) Hacia una nueva definición del concepto “política pública”  
Revista Desafíos N° 20

Vinten, G. (1994). Participant Observation. A model for organizational investigation? Journal of Managerial Psychology. Vol.9 N° 2

Wasserman, S. y Faust, K. (1994) Social Network Analysis. Cambridge University Press.

Youtie, J. y Saphira, P. (2008) Building an innovation hub: A case of study of the transformation of university roles in regional technological and economic development. Research Policy N° 38

Zalasiewicz, J. et Al (2008) Are we now living in the Anthropocene? Revista Geological Society of America Today, Vol. 18 N° 2

### **Sitios Web consultados**

<http://www.conicyt.cl/fondap/centros-fondap/serc>. Consultado el 10/05/2014

[www.sercchile.cl](http://www.sercchile.cl) . Consultado el 11/12/2014

<http://www.centralenergia.cl/2010/08/10/net-metering/>. Consultado el 15/03/2015

<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1815>. Consultado el 15/03/2015