



Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad
- CTS

ISSN: 1668-0030

ISSN: 1850-0013

secretaria@revistacts.net

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Argentina

Giraldo, María Elena; Zárate Toledo, Ezequiel
Mecanismos cooperativos en la implementación de políticas de ciencia y
tecnología: un análisis del LENERSE desde los sistemas asociativos complejos
Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad
- CTS, vol. 17, núm. 51, 2022, Noviembre, pp. 9-36
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92476009002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

**Mecanismos cooperativos en la implementación
de políticas de ciencia y tecnología: un análisis del LENERSE
desde los sistemas asociativos complejos ***

**Mecanismos cooperativos na implementação
de políticas de ciência e tecnologia: uma análise de LENERSE
a partir da perspectiva de sistemas associativos complexos**

***Cooperative Mechanisms in the Implementation
of Science and Technology Policies: An Analysis of LENERSE
from the Perspective of Complex Associative Systems***

María Elena Giraldo y Ezequiel Zárate Toledo **

9

En este artículo se analiza el Laboratorio en Energías Renovables del Sureste (LENERSE), iniciativa pionera en la investigación científica sobre esta temática, a partir de una estructura colaborativa. La pregunta de investigación indagaba sobre las condiciones que han permitido a este laboratorio generar mecanismos cooperativos, para cumplir su propósito central, en tanto instrumento de política científica y tecnológica regional. El marco teórico fue el de los sistemas asociativos complejos, enfoque de la gobernanza centrado en comprender los esfuerzos asociativos entre actores vinculados alrededor de un propósito común. La metodología de la investigación fue cualitativa y se basó en un estudio de caso. Se encontró que, si bien se comparten objetivos e intercambios que han mantenido integrada la red conformada, existen tensiones derivadas de la falta de liderazgo y representación, la heterogeneidad entre los miembros y la presión impuesta por los mecanismos de evaluación científica tradicional y tecnocéntrica. Para los actores involucrados en esta experiencia, se han logrado resultados destacables relativos a la generación de capacidades de oferta científica y tecnológica en energías renovables. Sin embargo, existen retos importantes para ampliar la participación social y política del laboratorio en los procesos regionales de transición energética.

Palabras clave: energías renovables; políticas de ciencia y tecnología; gobernanza; sistema asociativo complejo

* Recepción del artículo: 18/04/2021. Entrega de la evaluación final: 03/09/2021. El artículo pasó por una instancia de corrección y reevaluación.

** *María Elena Giraldo*: profesora asociada, Universidad Nacional Autónoma de México (ENES Mérida). Responsable del proyecto PAPIIT IA301820. Correo electrónico: elena.giraldo@enesmerida.unam.mx. *Ezequiel Zárate Toledo*: profesor de asignatura, Universidad Nacional Autónoma de México (ENES Mérida). Investigador del proyecto PAPIIT IA301820. Correo electrónico: ezequiel.zt@enesmerida.unam.mx.

Este artigo analisa o Laboratório de Energias Renováveis do Sudeste (LENERSE), uma iniciativa pioneira na pesquisa científica sobre o tema, baseada em uma estrutura colaborativa. A questão de pesquisa indagou sobre as condições que permitiram a este laboratório gerar mecanismos de cooperação, para cumprir seu propósito central, como instrumento de política científica e tecnológica regional. O referencial teórico foi o dos sistemas associativos complexos, uma abordagem de governança focada na compreensão dos esforços associativos entre atores ligados em torno de um propósito comum. A metodologia da pesquisa foi qualitativa e baseou-se em um estudo de caso. Constatou-se que, embora sejam compartilhados objetivos e trocas que têm mantido a rede formada integrada, há tensões derivadas da falta de liderança e representatividade, da heterogeneidade entre os membros e da pressão imposta pelos mecanismos tradicionais e tecnocêntricos de avaliação científica. Para os atores envolvidos nesta experiência, resultados notáveis têm sido alcançados em relação à geração de capacidades de oferta científica e tecnológica em energias renováveis. No entanto, há desafios importantes para ampliar a participação social e política do laboratório nos processos regionais de transição energética.

Palavras-chave: energias renováveis; políticas científicas e tecnológicas; governação; sistema associativo complexo

This article analyzes the Southeast Renewable Energy Laboratory (LENERSE, due to its initials in Spanish), a pioneer initiative in scientific research on this topic, based on a collaborative structure. It inquires about the conditions that have allowed this laboratory to generate cooperative mechanisms to fulfill its main purpose as an instrument of regional scientific and technological policy. The theoretical framework is that of complex associative systems, a governance approach focused on understanding the associative efforts among actors linked around a common purpose. The research methodology was qualitative and based on a case study. It was found that, although there are shared objectives and exchanges that have kept the network integrated, there are also tensions derived from the lack of leadership and representation, heterogeneity among members and the pressure imposed by traditional and technocentric scientific evaluation mechanisms. For the stakeholders, remarkable results have been achieved, related to the generation of scientific and technological supply capacities in renewable energies. However, there are important challenges to broaden the social and political participation of the laboratory in the regional processes of energy transition.

Keywords: renewable energies; science and technology policies; governance; complex associative system

Introducción

Este trabajo parte del interés de un grupo de investigación en analizar los procesos de gobernanza establecidos en el desarrollo de políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) para contribuir a la solución de la crisis de energía fósil, considerada como una de las problemáticas socioambientales más relevantes de la sociedad capitalista contemporánea. Se parte de que la atención al tema de la energía sustentable es, a nivel global, muy reciente como componente de las PCTI, correspondiendo a un proceso dominado por el sector privado. En el caso de México, los esfuerzos de la investigación científica no han tenido una incidencia directa en el desarrollo tecnológico que acompaña la llamada transición energética, toda vez que en el ámbito gubernamental no existe una articulación intersectorial efectiva entre la cartera de energía y la de ciencia y tecnología. Pero tampoco se ha logrado una articulación entre diferentes sectores de la sociedad: político, científico, empresarial y social para desarrollar un proyecto coordinado hacia el desarrollo tecnológico y el uso de energías renovables. Por lo anterior, el enfoque de la gobernanza resulta fundamental en la nueva orientación que deben seguir las políticas de este sector, tanto para promover una mayor intersectorialidad al interior del gobierno, como una participación más plural de diversos actores sociales.

Al igual que otros países de América Latina, México se había caracterizado por mantener un liderazgo mundial en la difusión de tecnologías en energías renovables. Sin embargo, esta situación cambió en el actual gobierno (2018-2024), llamado de la “Cuarta Transformación”, que se propuso recuperar la producción eléctrica nacional mediante el aumento en el uso de combustibles fósiles, a tal grado que, según algunos analistas, el país ha perdido competitividad en el desarrollo de proyectos de este tipo de energías.¹ Pese a esta situación, los niveles de experimentación e innovación energética en algunos países de América Latina respecto a otros continentes son mayores, debido a la cantidad y variedad de proyectos de energías renovables en curso (Bresciani, 2019; Howe *et al.*, 2015). Ello contribuiría a pensar en los retos comunes que enfrenta la región respecto a este cambio tecnológico, resultando de gran importancia enfatizar en las políticas tecnológicas y de innovación orientadas a la transición energética.

En el escenario mexicano, la política que dio pie a la explotación de energías renovables es muy joven aún, iniciándose oficialmente en 2007, y se ha caracterizado por el desarrollo de megaproyectos de carácter tecnocéntrico que no han considerado los factores ambientales, socioculturales y económicos de los territorios donde estas iniciativas se han puesto en marcha (Zárate y Fraga, 2016). En el contexto de implementación de las energías renovables, la península de Yucatán es un lugar estratégico. Factores como el déficit de producción de electricidad, el crecimiento económico sostenido y el cambio climático la han convertido en uno de los territorios con mayor expansión de este tipo de proyectos en el país. En la primera subasta

1. Para más información, véase: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-perdio-liderazgo-en-generacion-eolica-en-Latam-GWEC-20210524-0029.html>.

eléctrica de 2016, por ejemplo, nueve de los 18 megaproyectos aprobados fueron asignados al estado de Yucatán: cuatro eólicos y cinco fotovoltaicos. Y de acuerdo con algunos autores, de 2012 a la fecha, la Comisión Reguladora de Energía ha autorizado 14 proyectos eólicos y 13 proyectos fotovoltaicos en la península (Sánchez *et al.*, 2019).

El fenómeno de la gobernanza se manifiesta en múltiples escalas sociopolíticas que abarcan el nivel macro (nacional o internacional), el meso (regional o local) y el micro (de una organización o un conjunto de organizaciones). El trabajo aquí presentado se orientó a estudiar la gobernanza en este último nivel, atendiendo al interés por estudiar los mecanismos de colaboración generados en el Laboratorio de Energías Renovables del Sureste (LENERSE), iniciativa pionera en el desarrollo tecnológico de energías renovables en esa región del país, con una trayectoria de 12 años. De acuerdo con la visión de los responsables de este proyecto, la misión del laboratorio ha sido “impulsar la implementación de las energías renovables en la región Sureste, mediante el desarrollo de tecnologías, la investigación científica, la vinculación con el sector privado, la formación de recursos humanos y la divulgación” (LENERSE, 2017, p. 2). Se trata de un instrumento configurado como un “laboratorio sin paredes” que ha buscado conjuntar los esfuerzos científicos, mediante una estructura interinstitucional entre universidades, centros de investigación y dependencias del gobierno federal y estatal en la península de Yucatán.

12

El LENERSE ha transitado por dos grandes fases. En la primera -que comienza en 2009-, el primer objetivo era “crear una red regional de investigadores en energía renovable” (eólica, solar y tecnología de hidrógeno) mediante una colaboración interinstitucional (Smith, 2010). En la segunda fase -2017 hasta la actualidad-, se ha reconocido que los primeros años permitieron “la colaboración y el fortalecimiento de la comunidad científica en la región especialista en el tema, y como producto de este trabajo previo, hoy en día algunas de las instituciones ahora involucradas continúan trabajando de manera conjunta en el desarrollo de otros proyectos colaborativos. Sin embargo, existe la necesidad de consolidar al LENERSE en la región sureste con el sector público y privado, y establecer los mecanismos necesarios para que sea un referente nacional” (LENERSE, 2017, p. 1). En ese marco se observa que, al menos en el plano discursivo, el fundamento de este laboratorio ha sido el de crear y fortalecer capacidades interactivas para contribuir al desarrollo tecnológico de las energías renovables. Por tanto, centra su atención en el potencial asociativo de sus miembros.

El marco analítico de la investigación se basó en la propuesta de los sistemas asociativos complejos (SAC) de Luna y Velasco (2017), la cual se constituye en un enfoque sugerente para comprender los procesos de gobernanza, es decir, los mecanismos de colaboración que se dan en redes conformadas por diversos actores que interactúan con el fin de buscar soluciones a un problema común.² Estos autores plantean un modelo conceptual de SAC orientado a comprender los esfuerzos

2. Los autores agradecen las valiosas aportaciones de Matilde Luna para el refinamiento de este trabajo.

asociativos resultantes de la integración entre actores con un grado importante de autonomía, pero también de interdependencia. Lo anterior significa que cada uno requiere cooperar con los otros para alcanzar ciertos objetivos y, como resultado, se genera una tensión que hace dinámica la construcción de acuerdos y estrategias para lograr el sostenimiento de la red, que alcanza el estatus de un SAC cuando adquiere un alto grado de cohesión y de estabilidad en el tiempo (Luna y Chávez, 2014).

La pregunta de investigación indagaba sobre cuáles han sido las condiciones que le han permitido al LENERSE activar, o no, mecanismos cooperativos para cumplir su propósito central, en tanto instrumento de PCTI regional en el área de las energías renovables. En particular, el interés era conocer cómo opera la red conformada, tanto en su dimensión política (liderazgo y toma de decisiones) como en su dimensión social (cohesión de la red), y vislumbrar los resultados que ha alcanzado, en términos del desempeño funcional (logro de los objetivos trazados) y el desempeño asociativo (capacidades colaborativas generadas). Se partía del supuesto de que la investigación científica mediante redes de colaboración entre actores diversos permitiría generar mejores resultados en cuanto a la comprensión e incidencia en la problemática a la que dirigen su atención. Por tanto, se buscaba validar hasta qué punto el caso estudiado se acercaba a la construcción conceptual de los SAC. Desde la perspectiva del ciclo de las políticas públicas -que involucra las fases de: a) definición del problema; b) formulación de la política; c) implementación; y d) evaluación (Parsons, 2007, p. 11; Subirats *et al.*, 2008)-, el análisis se centró en las fases de implementación y evaluación.

Metodológicamente, en este artículo se analiza el LENERSE como un estudio de caso que es emblemático respecto al papel que cumple (y puede cumplir) una red entre instituciones científicas y del gobierno, en el desarrollo de conocimientos tecnológicos sobre las energías renovables, en un contexto territorial. Este laboratorio se considera un SAC debido a que se configura como una estructura asociativa multisectorial que busca cumplir un papel importante en el desarrollo de energías renovables, extendiendo sus vínculos con las empresas, para su producción, y con la sociedad, para promover el uso de este tipo de tecnologías. Además, porque corresponde a una red de colaboración entre actores heterogéneos (universidades, institutos tecnológicos y centros de investigación de tres entidades federativas, con distintos marcos institucionales), asociados con el gobierno federal y estatal que han provisto el financiamiento de la iniciativa. A su vez, se trata de una experiencia caracterizada por un alto grado de interdependencia entre sus miembros, en recursos y conocimientos, para cumplir su propósito. Es decir, la complejidad del LENERSE como sistema asociativo no radica en la gran cantidad de actores involucrados o en su sofisticada estructura organizacional, sino en las múltiples identidades, los objetivos y los intercambios generados para lograr su propósito.

Este artículo se estructura en cinco apartados. En el primero se realiza la discusión teórica sobre las energías renovables como campo para el análisis de las PCTI en el marco de la gobernanza. En el segundo se presenta la estrategia metodológica de la investigación realizada. En el tercero se expone el desarrollo que ha tenido el LENERSE y los aspectos que lo caracterizan como un SAC. En el cuarto se analizan los mecanismos de colaboración mediante los cuales opera la red conformada. En el

quinto se discuten los resultados logrados por el laboratorio. Por último, se exponen algunas reflexiones sobre los hallazgos de esta investigación.

1. Las energías renovables como campo emergente de las políticas de ciencia y tecnología desde el enfoque de la gobernanza

En esta sección se realiza la discusión teórica de tres conceptos relacionados para el análisis: la ecología política de las energías renovables como campo de fuerzas en el que se desarrolla este sector; las políticas de ciencia y tecnología y su reciente orientación a las problemáticas socioambientales; y los sistemas asociativos complejos como enfoque de la gobernanza para analizar los mecanismos cooperativos entre actores diversos.

1.1. La ecología política de las energías renovables: de lo global a lo local

El primer shock petrolero de los años 70 del siglo XX había conducido a muchos países europeos a desarrollar grandes programas de explotación de carbón y energía nuclear. En ese contexto, las energías renovables eran movilizadas por los ecologistas de algunos países (Alemania y Dinamarca, principalmente) para llevar a cabo una crítica a los sistemas energéticos convencionales. Estos movimientos buscaban cambiar las relaciones de poder instauradas por los macrosistemas energéticos asociados al carbón, el petróleo y el uranio. A diferencia de esa época, durante la cual se les veía como un freno al progreso técnico y al desarrollo económico, hoy en día las energías renovables son consideradas como tecnología de punta, creadora de empleos, de controversias políticas y cooperación industrial. Se han instaurado en el campo mediático y en las agendas políticas de gobiernos y organizaciones internacionales (Ebrard, 2013).

En su libro *Contra viento y mareas, políticas de energías renovables en Europa*,³ Aurélien Evrard analiza de modo comparativo cómo las energías renovables se integraron a la producción de electricidad en diferentes países de Europa. Para este autor, los promotores de las energías renovables han encarado un largo proceso de luchas para abrirse caminos en el mercado eléctrico dominado por los actores tradicionales (carbón, petróleo, energía atómica). Desde la década de 1970, las energías renovables han puesto sobre la mesa la oposición de dos modelos de gestión de la energía: el *hard energy path* vs. el *soft energy path*. Para Evrard, el primero se organiza por criterios meramente económicos: la oferta de la energía. Promueven una fuente de energía dominante, un sistema de producción centralizado y una organización monopolística del sector. A la inversa, la segunda alternativa, propuesta por las energías renovables, reposa sobre criterios ambientales –uso razonado de recursos naturales–, una aproximación centrada en la demanda, la diversificación de las fuentes de energía, un sistema de producción descentralizado y una organización pluralista del sector eléctrico (diversos actores que producen y distribuyen la electricidad).

3. Traducción de los autores al título de Evrard (2013).

Después de más de dos décadas de presencia y crecimiento sostenido de producción de electricidad, las transformaciones que inicialmente portaban las energías renovables son limitadas. Los proyectos actuales de energías renovables se han conformado con las normas del sector eléctrico, apoyando la gestión centralizada de energía. Por esa razón, de acuerdo con Evrard, no es sorprendente que el desarrollo de estos proyectos genere oposición social. Siguiendo estas ideas, se pueden distinguir dos escenarios de conflicto que acompañan el desarrollo de estos tipos de energía: la primera tiene que ver con las luchas de estas energías para encontrar su lugar en el sector tradicional de la electricidad; la segunda refiere a las resistencias de las poblaciones locales en contra de los proyectos. Denominamos estos dos campos de lucha como la ecología política de las energías renovables.

Por su parte, Fortin *et al.* (2013) hablan de tres dinámicas constitutivas de la ecología política de la energía eólica en las cuales se ha interesado la literatura sobre el tema. Un primer punto refiere a la producción industrial de la tecnología y su enraizamiento en las configuraciones nacionales complejas. A este respecto podemos notar algunos países en los que se construyó una red productiva (concretamente de turbinas) que se acompañó de un mercado de consumo estable (Dinamarca, España y Alemania). Los países “retrasados” de este desarrollo (en el caso particular de Europa: Francia, Inglaterra, Italia y otros) intentan constituir un nicho industrial doméstico a través de estrategias como la importación de tecnologías y la atracción de empresas, entre otras, para aumentar los beneficios locales. El segundo punto se refiere a las políticas públicas que los diferentes países ponen en marcha para conformar un mercado eléctrico sostenible para las energías renovables; es decir, los mecanismos que conforman las estructuras institucionales del mercado de estas energías.

15

El tercer punto de tensión que marca la ecología política de las energías renovables refiere al rol creciente de la internacionalización de una industria que se ha vuelto global. El sector de las energías renovables -eólico y solar- se organiza en torno al liderazgo tecnológico de algunos países que controlan su industria doméstica (Alemania, Dinamarca, España, India, Estados Unidos y China) y exportan hacia los países retrasados (Francia, Reino Unido y el resto del mundo). La globalización genera una masificación de instalaciones, inversiones y empresas internacionales que promueven un *hard path* cuya cúspide de desarrollo son las instalaciones *offshore* (Szarka, 2007). Sin embargo, esta internacionalización de la industria eólica debe emplazarse en el marco de las economías nacionales. Por un lado, las innovaciones tecnológicas y su difusión pasan por empresas transnacionales que conservan un lazo estrecho con las economías locales. Por otro lado, es posible notar una diversidad de arreglos nacionales que dan vida al desarrollo de las energías renovables y que constituyen su fuerza motriz: la formación simultánea de la oferta y la demanda de diferentes mercados de las energías renovables, y la herencia remarcable de las trayectorias tecnológicas específicas de cada estado nacional en relación con la explotación de distintas fuentes de energía. Esto nos lleva a recontextualizar radicalmente las energías eólica y solar, vistas no tanto como un *hard fact* material frente a lo social, sino como un *soft fact* donde los factores sociales preexistentes juegan un rol fundamental en el desarrollo de estas tecnologías (Fortin *et al.*, 2013).

En México, el gobierno ha promovido diferentes instrumentos de política para el desarrollo de la industria de las energías renovables. En anteriores administraciones, la Secretaría de Energía (SENER) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) pusieron en marcha los llamados Centros Mexicanos de Innovación en Energías (CEMIES), que buscaron posicionar al sector científico en el desarrollo de diferentes tipos de energías. Los resultados de dichos programas son una tarea pendiente por evaluar. Actualmente, CONACYT desarrolla programas que buscan incentivar la colaboración entre dichos actores. Uno de ellos es el Programa Nacional Estratégico (PRONACE) en Energía y Cambio Climático, que pretende desarrollar capacidades científicas y sociales para acompañar este cambio, en el marco de la justicia y la sustentabilidad, además de resolver las necesidades de energía de las poblaciones desfavorecidas. Para lograrlo, se convoca a colaborar a las comunidades, organizaciones civiles y sectores productivos y académicos. Se trata de una propuesta novedosa, que sin embargo tampoco es posible evaluar aún, porque está en fase de desarrollo.⁴

El LENERSE se inscribe en esta dinámica y se ha enfocado a desarrollar conocimiento y tecnologías locales para adaptarse a las dinámicas globales. En su segunda etapa (2017-2021), se ha financiado mediante un instrumento de fortalecimiento institucional para la sustentabilidad energética de SENER-CONACYT, que precede a los ya mencionados, y se ubica dentro de los llamados Fondos Sectoriales de Energía, en concreto, del fideicomiso Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética. Este fondo estaba dirigido a “financiar proyectos de investigación científica y tecnológica aplicada, la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico, en materia de fuentes renovables de energía, eficiencia energética, uso de tecnologías limpias, y diversificación de fuentes primarias de energía” (CONACYT-SENER, 2010a). Por su parte, los Fondos Sectoriales buscaban “fortalecer las capacidades tecnológicas, institucionales y de talento en la academia, sociedad e industria”. Este instrumento se desarrollaba mediante un programa de investigación muy amplio organizado en distintas temáticas tales como: eficiencia energética, energías renovables, tecnologías limpias y diversificación de fuentes. A su vez, definió cuatro objetivos estratégicos, cada uno con distintas estructuras de financiamiento, dentro de las cuales el fortalecimiento institucional correspondía al rubro de desarrollo de capacidades.

Los términos de referencia de la convocatoria para el fortalecimiento institucional estipulan un rubro enfocado a “describir los mecanismos, acciones y recomendaciones concretas que permitan la transferencia, asimilación, adopción y aplicación de los resultados” (CONACYT-SENER, 2010b). Sin embargo, como se observó en esta investigación, la transferencia y uso de estos conocimientos representa un desafío que deben asumir los actores académicos, productivos y del gobierno, involucrados en estos procesos. Muestra de ello es que las políticas de explotación de energías renovables en México se desarrollaron al margen de las PCTI, lo cual es, de hecho, una tendencia global. Esta situación impone un reto para generar mayores interacciones

4. Para más información, véase: https://www.conacyt.gob.mx/images/ciencia_sociedad/notas_informativas/pronaces_transicion.pdf.

intersectoriales, mediante mecanismos de gobernanza en el sector energético, en diferentes niveles, y la necesidad de conferirle una mayor participación a actores como el LENERSE, para involucrarlos más activamente en las decisiones políticas sobre la transición energética. Además, sobresale la discontinuidad en la implementación de los instrumentos de política del sector energético, que han estado al vaivén de cada administración en turno, lo cual afecta el sostenimiento de iniciativas, como la que se analiza en este trabajo.

1.2. Políticas de ciencia y tecnología y problemas socioambientales

Las políticas de ciencia y tecnología surgieron en lo posguerra con el fin de vincular la ciencia y la tecnología al desarrollo económico de las naciones (Salomon, 1974). La concepción de las PCTI se ha venido modificando en función de la concepción dominante sobre la utilidad social del conocimiento; se considera que, en América Latina, los contenidos han sido implantados en forma acrítica y tardía, muchas veces impuestos de manera coercitiva por organismos internacionales o comunidades epistémicas (Velho, 2011). Es por esto que, en el subcontinente, estas políticas se han adoptado o adaptado en mayor o menor medida a cada contexto y se traducen en instrumentos operativos que son funcionales al tipo de política que se pretende realizar (Emiliozzi, Lemarchand y Gordon, 2011).

Las PCTI han sido cuestionadas por orientarse cada vez más al crecimiento económico, sin responsabilizarse por los impactos nocivos que los productos tecnocientíficos han generado, generalmente asociados a la extracción de los recursos naturales, para reforzar los ciclos de acumulación del sistema capitalista (Olivé, 2012). Por esta razón, en el siglo XXI la sociedad civil viene reclamando la necesidad de dar un giro a las PCTI para vincularlas a temáticas críticas y urgentes de atender como la inclusión social, el respeto por la diversidad cultural y los conocimientos locales y la sustentabilidad ambiental (Velho, 2011; Parra y Cadena, 2010). Tales cuestiones han sido retomadas en propuestas como la del Science Research Policy Unit (SPRU), que se preocupan por alinear las PCTI a los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), a fin de que incidan en una transformación de las sociedades (Schot y Steinmueller, 2016).

El reto que imponen estas demandas requiere, por un lado, que el sector científico y tecnológico actúe de manera articulada e intersectorial con otras carteras de gobierno, como la de energía, que interesa destacar aquí; y, por otro lado, involucrar diferentes perspectivas, tanto en el diseño de la agenda de política como en su implementación. En últimas, se trata de democratizar un sector que tradicionalmente ha sido dominado por las élites políticas, científicas y económicas, con el fin de abrirlo a la participación de grupos sociales que históricamente han estado excluidos de estos procesos (Cozzens, 2007). En consecuencia, se hace cada vez más apremiante promover la elaboración de las PCTI en un marco de gobernanza, para que puedan contribuir de manera más significativa a la solución de diferentes necesidades sociales y ambientales.

Esto resulta crucial para la energía, aspecto que, según algunos autores, se constituye en el problema más importante del siglo XXI. Como lo señala la literatura, las decisiones energéticas son tomadas por las empresas, los Estados y los grupos

de expertos, alejando a la ciudadanía de estos procesos, aunque, en realidad, las decisiones energéticas -como afirmamos arriba- son decisiones sociotecnológicas porque los sistemas energéticos concretizan relaciones de poder y formas de organización social (Rumpala, 2013; Evrard, 2013).

Un último aspecto a destacar es la importancia de encaminar la construcción de PCTI a partir de un esquema *bottom-up* (Casas, 2014). Desde esta perspectiva, la cuestión territorial se pone en el centro de la agenda y se promueve la necesidad de que las regiones generen capacidades endógenas. En tal sentido, se busca fomentar una mayor articulación entre los diferentes niveles de gobierno, y a su vez, promover la generación de instrumentos de política más adaptados a cada contexto socioterritorial. En el análisis del LENERSE aquí presentado, se destacan los “laboratorios sin paredes” como instrumentos de política científica regional que permiten establecer sinergias entre instituciones de educación superior (IES),⁵ mediante el desarrollo de mecanismos cooperativos, para generar proyectos de investigación conjunta que trascienden el espacio físico, haciendo uso de una infraestructura instrumental común y fomentando el diálogo intercientífico alrededor de problemáticas particulares del territorio (SIIDETEY, 2012; Wulf, 1989).

1.3. La gobernanza desde el enfoque de los sistemas asociativos complejos

El marco de la gobernanza ha ganado cada vez más importancia en el análisis de diferentes fenómenos sociales y políticos. En el caso de la PCTI su incorporación es reciente y corresponde a la intención de incrementar las conexiones entre ciencia y tecnología y sus posibilidades para contribuir a la solución de problemáticas sociales, económicas y ambientales. La gobernanza busca romper los tradicionales esquemas verticales y cerrados en la toma de decisiones públicas, para abrirse a otros más horizontales y participativos. Aunque existen múltiples interpretaciones y usos del concepto de la gobernanza, en este artículo se considera que puede existir con o sin la presencia del Estado (Kooiman, 2003), y por tanto se constituye en un “método más inclusivo y cooperativo para la solución de problemas comunes por diversos actores, no necesariamente estatales” (Luna y Chávez, 2014, p. 189).⁶ Como se ha dicho, el análisis de la gobernanza que aquí se presenta se realiza en una escala micro; es decir, referida a las redes establecidas entre organizaciones que se vinculan entorno al interés por incidir en el desarrollo tecnológico de las energías renovables.⁷

5. En este artículo se entienden por IES las universidades, los institutos tecnológicos y los centros de investigación científica.

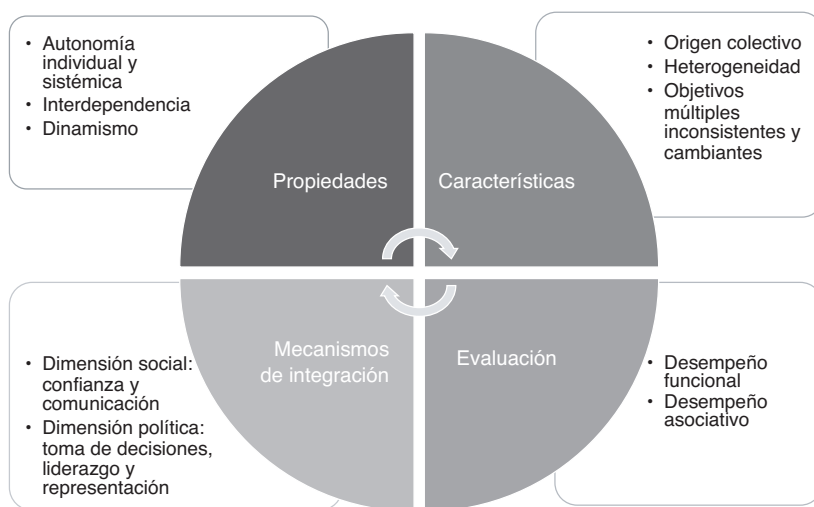
6. En este trabajo se usarán como equiparables de los SAC los conceptos de entidad o red.

7. Otro enfoque desde el cual se podrían analizar las estructuras de organización científica es el propuesto por Michel Polanyi (2010), quien plantea que los investigadores se organizan de manera policéntrica, como un orden espontáneo ante la ausencia de una autoridad o presión externa. Sin embargo, el laboratorio que aquí se analiza depende de la planificación centralizada, porque los recursos provienen de la federación. Además, lo que interesa comprender es cómo operan los procesos colectivos de investigación resultantes de la PCTI, más allá de las investigaciones individuales donde existe otro margen de libertad. Empujando más este enfoque, Ostrom (2010) propuso la gobernanza policéntrica que también es un marco de análisis sugerente. La obra de esta autora, de hecho, es tomada por Luna y Velasco (2017) como uno de los referentes teóricos que anteceden la propuesta de los SAC.

Los SAC son redes de gobernanza caracterizadas por la convergencia de múltiples iniciativas de actores heterogéneos, que interactúan para cumplir un propósito colectivo, logrando un alto grado de autonomía e interdependencia. Así, mientras la homogeneidad puede generar comportamientos predatorios, se considera que la heterogeneidad conlleva relaciones cooperativas y complementarias. En este tipo de entidades coexisten actores con diferentes identidades, valores y recursos que les generan cierta independencia, pero a su vez un grado importante de dependencia respecto a los recursos de los otros, para resolver sus problemas y necesidades, por lo que ningún miembro podría atender los asuntos de la red por sí solo. La coexistencia de autonomías individuales e interdependencia genera una tensión entre la cooperación y el conflicto, conllevando un equilibrio inestable en las dinámicas de la red (Luna y Velasco, 2017). Al mismo tiempo, los SAC no están subordinados a ninguna organización en particular, lo que significa que pueden tomar decisiones y definir objetivos constreñidos por sus propias reglas (autonomía sistémica), a partir de una estructura de autoridad flexible y horizontal que adaptan para lograr su sostenimiento.

En la **Figura 1** se ilustran las dimensiones y los criterios analíticos de este modelo conceptual, el cual fue adaptado para sistematizar los hallazgos del caso de estudio del LENERSE.

Figura 1. Modelo conceptual de los SAC



Fuente: elaboración propia a partir de Luna y Velasco (2017)

Los mecanismos cooperativos en los SAC son analizados en las dimensiones social y política, que suponen una serie de factores para asegurar la cohesión de la red. Estos sistemas operan gracias a la confianza que facilita la cooperación cuando las reglas

son débiles. La confianza puede darse en un plano personal (amistad), por prestigio (reconocimiento y respeto) o por estrategia (beneficios mutuos de los intercambios) (Luna, 2003). Otro factor esencial en la integración de la red es el logro de una buena comunicación, que en presencia de actores heterogéneos requiere de la traducción, para crear un “lenguaje común” que permita mantener el diálogo. Ambos factores se ubican en una dimensión social.

De otro lado, la cohesión se asegura mediante un esquema horizontal en la toma de decisiones, generado mediante la deliberación, la negociación y el consenso, el cual ayuda a retener a los miembros y a preservar su autonomía e identidad. Asimismo, el éxito en la estructura de las decisiones requiere de formas y principios de representación que ayudan a formar una autoridad bajo esquemas no tradicionales, pues no todas las decisiones se toman por consenso debido a que pueden ser urgentes o puntuales, y por tanto son tomadas por grupos específicos (liderazgo asociativo complejo). La autoridad se construye mediante el liderazgo, en el cual la reputación y el prestigio dependen de la capacidad para articular diferentes concepciones, intereses y lenguajes, respetando la autonomía de cada miembro. Estos factores constituyen la dimensión política de los SAC.

Finalmente, los resultados de estas entidades, en tanto redes de colaboración, se evalúan por su desempeño funcional y asociativo. El primero, involucra la evaluación de resultados en términos de la eficiencia (balance de costos y beneficios) y eficacia (logro de objetivos). El segundo implica el resultado de la asociación; esto es, de las capacidades interactivas que permitan incrementar y extender las redes de acción pública, para contribuir socialmente con nuevos arreglos de cooperación (nuevas asociaciones y aprendizaje colectivo), generando legitimidad para incidir en el área de política en el que se interesa.

Nuestro análisis del LENERSE consideró la mayoría de elementos del modelo de los SAC para obtener una visión panorámica sobre el caso que permitiera profundizar, en estudios posteriores, sobre ciertos criterios analíticos enunciados aquí (por ejemplo, la confianza o el liderazgo).

2. Estrategia metodológica

La investigación realizada fue de corte cualitativo y de tipo exploratorio y estuvo basada en un caso de estudio. Como técnica para la generación de información empírica, se acudió al desarrollo de entrevistas semiestructuradas a actores clave en el desarrollo del laboratorio y de la participación del sector académico en el contexto de las energías renovables en la península de Yucatán, buscando obtener diferentes perspectivas que permitieran triangular la información generada.⁸ El guion diseñado para las entrevistas se estructuró en cuatro secciones y veinte preguntas. Algunos de los reactivos se aprecian en la **Tabla 1**.

8. Los testimonios y perspectivas presentadas en este trabajo no comprometen la posición institucional sobre el desarrollo del LENERSE.

Tabla 1. Ejemplos de los reactivos del guion de entrevistas

Características 1. ¿Cómo fue el proceso de conformación del LENERSE? 2. ¿Cuál es su propósito principal? ¿Ha cambiado en el tiempo? 3. ¿Cuál es la estructura organizacional del LENERSE? ¿Esta estructura es funcional? Propiedades 4. ¿Cuáles son las principales motivaciones de su grupo para colaborar con los otros miembros? 5. ¿Qué vinculaciones se han dado con las empresas? ¿Y con otros actores sociales? Mecanismos de integración 6. ¿Cómo se toman las decisiones estratégicas respecto al funcionamiento del laboratorio? 7. ¿Son adecuadas las formas de comunicación para tomar las decisiones? 8. ¿Existe confianza entre los miembros del LENERSE? ¿Cómo se manifiesta? Evaluación 9. ¿Cuáles son los principales logros que ha tenido el laboratorio? 10. ¿Cuáles han sido los obstáculos más relevantes en su desarrollo? 11. ¿Qué aprendizajes les ha dejado el trabajo colaborativo en esta experiencia?
--

Fuente: elaboración propia

21

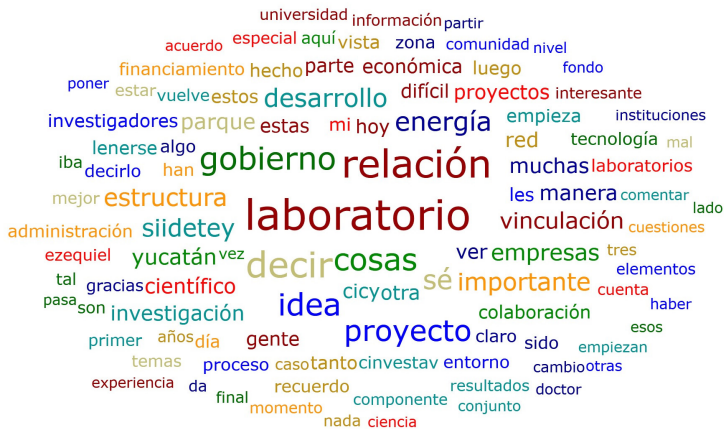
Se realizaron entrevistas a investigadores y directivos de las dos instituciones que han liderado la iniciativa (CICY y CINVESTAV), del gobierno estatal (SIIES) y del sector productivo local (empresa de energía solar); esta última ofreció una visión externa sobre el papel de los actores científicos en el sector de las energías renovables.⁹ Las entrevistas se realizaron entre el 28 de julio y el 21 de septiembre de 2020, y se realizó una última en noviembre de 2021, con el fin de actualizar el desarrollo que ha tenido la iniciativa de manera reciente. La duración de las conversaciones fue de entre una y dos horas y debido a las restricciones por la contingencia sanitaria se efectuaron de manera virtual. Este proceso permitió obtener información amplia y valiosa sobre la experiencia, cubriendo los diferentes criterios analíticos de los SAC, hasta lograr una saturación teórica mediante los datos obtenidos. También se realizó investigación documental, mediante el acopio de documentos oficiales y hemerográficos para contrastar y complementar la información proporcionada por los informantes.

Las entrevistas se grabaron, posteriormente se transcribieron en su totalidad y se analizaron mediante el software Atlas.ti. (**Figura 2**). Los datos resultantes se sistematizaron, incluyendo una codificación abierta, a partir de las narrativas de los informantes y, posteriormente, de una codificación axial (Coffey y Adkinson, 2005), entrecruzando 22 códigos asociados a los criterios analíticos del modelo conceptual

9. Para más información, véanse las citas en la bibliografía final.

de los SAC (**Tabla 2**). Debido a los testimonios brindados por los informantes, que en algunos casos incluyeron información confidencial, en este trabajo se decidió mantener su anonimato.

Figura 2. Nube de palabras de una entrevista



Fuente: obtenido de Atlas.ti a partir de entrevistas transcritas

22

Tabla 2. Codificación de entrevistas

DIMENSIÓN	CONCEPTO PRINCIPAL	CONCEPTO ASOCIADO
Propiedades	1. Autonomía individual	
	2. Autonomía colectiva (sistémica)	3. Estructura organizacional
	4. Interdependencia	5. Recursos
	6. Dinamismo	7. Proceso evolutivo
Características	Origen colectivo y heterogeneidad de los miembros	8. Heterogeneidad 9. Origen
	Objetivos (múltiples, inconsistentes y cambiantes)	10. Objetivos
	11. Escasa institucionalización	
Mecanismos de integración	12. Confianza	13. Mecanismos de colaboración
	14. Comunicación	15. Traducción
	16. Toma de decisiones	
	17. Liderazgo y representación	
Evaluación	18. Desempeño asociativo	19. Vinculación con empresas
		20. Vinculación con gobierno
		21. Vinculación con sociedad
		22. Desempeño funcional

Fuente: elaboración propia

3. El LENERSE como un sistema asociativo complejo

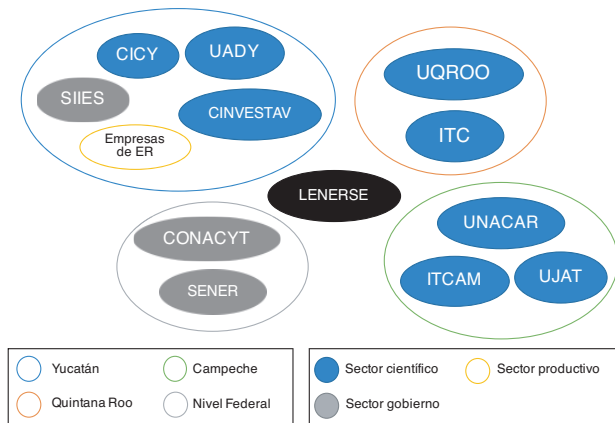
3.1. Origen y evolución del laboratorio

El LENERSE es una iniciativa gestada en 2009 que contó con la participación de ocho IES (Smith, 2010) y una activa participación del gobierno regional.¹⁰ Según los entrevistados, corresponde a la interacción virtuosa entre investigadores del área de energías renovables del CICY y el CINVESTAV de Yucatán, que buscaba congregar científicos de los estados de Campeche, Quintana Roo y Tabasco (IA4, 18/08/20).¹¹ Para sus fundadores, se trataba de un “proyecto bandera” porque se correspondía con una “estrategia novedosa e innovadora” en el contexto en el cual surge, cuando en el entorno nacional no existían instrumentos como los CEMIES o los laboratorios nacionales y el sureste no estaba posicionado por sus capacidades científicas y desarrollo tecnológico de las energías renovables (IA1, 28/07/20).

Actualmente, en esta iniciativa se reconocen como socios siete IES, el gobierno estatal -en especial, la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior del Estado de Yucatán (SIIES)- y el gobierno federal, representado por el CONACYT y la Secretaría de Energía (SENER), que han participado con recursos y lineamientos para su operación. En la **Figura 3** se aprecia la estructura de miembros asociados al LENERSE desde la perspectiva territorial y sectorial. Aunque la vinculación con el sector productivo no se ha formalizado, es posible considerar la existencia de nexos más o menos débiles que se han dinamizado con el tiempo.

23

Figura 3. Miembros asociados al LENERSE



Fuente: elaboración propia

10. Las IES participantes eran el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), el Instituto Tecnológico de Cancún (ITC), la Universidad de Quintana Roo (UQROO), la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), el Instituto Tecnológico de Campeche (ITCAM) y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

11. Es de señalar que ambos centros de investigación han generado importantes capacidades científicas regionales desde su creación, en 1980.

El LENERSE es coordinado por el CICY y se ha desarrollado en dos grandes etapas. La primera, con el apoyo de recursos del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT), promovido por el CONACYT (2009-2013) (IA1, 28/07/20; IA4, 18/08/20). Se considera que el principal resultado de esta primera fase fue la creación de mecanismos de colaboración académica, que permitieron el fortalecimiento de la comunidad científica dedicada a la investigación en este campo (LENERSE, 2017). Y la segunda (2017-actualidad) se ha desarrollado gracias a la financiación obtenida mediante el fondo sectorial de la SENER-CONACYT ya mencionado. En esta fase se planteó entre otros objetivos, consolidar esta iniciativa incentivando los vínculos con el sector público y privado y el desarrollo de actividades de divulgación y educación en el uso de energías renovables.

Es de señalar que los montos de financiamiento obtenidos en ambos proyectos son cuantiosos, lo cual ha permitido realizar inversiones en capital físico y humano, incluyendo la construcción de un edificio del LENERSE en el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, por parte del CICY (IA5, 31/08/20; IA2, 06/08/20; IA1, 28/07/20).¹² En estas instalaciones se cuenta con equipos que permiten los análisis de punta de diferentes tecnologías desarrolladas en el marco del proyecto actual (IA7, 24/11/20). Esta iniciativa representa así un impulso importante para la propia puesta en marcha del proyecto regional del parque (IA5, 31/08/20), una de las iniciativas más importantes en materia de política científica del estado de Yucatán, en la última década (Giraldo, 2019). Sin embargo, también se generan capacidades en las IES de los otros Estados, especialmente mediante la creación de maestrías y doctorados en energías renovables, gracias a lo cual hoy en día en los tres Estados de la península hay oferta de posgrados en el área (IA1, 28/07/20). Al momento del cierre de este trabajo, esta etapa se encontraba en proceso de terminación y se planteaba finalizar su ejecución en marzo de 2022. Aunque este proyecto se ha enfrentado a situaciones adversas como el cambio de administración del gobierno federal o la pandemia por coronavirus, es destacable el logro de los productos comprometidos (IA7, 24/11/21).

3.2. El LENERSE entre la autonomía, la interdependencia y el dinamismo

Como se ha visto, el origen del laboratorio es colectivo y está soportado en las redes de colaboración entre instituciones asentadas en Yucatán, como el CICY, el CINVESTAV y la UADY con el gobierno estatal, que luego se extendieron a otras IES de Campeche y Quintana Roo. Este origen se sustenta en el propio discurso de la PCTI, que en el entorno yucateco se ha caracterizado por enfatizar en los mecanismos de gobernanza entre los sectores del gobierno y el científico, los cuales se materializan en el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico de Yucatán (SIIDETAY) (Giraldo, 2018). En tal sentido, la idea de crear “laboratorios sin paredes” se materializa en el caso del LENERSE, el cual es antecedido por otras iniciativas de este tipo como las bibliotecas o la difusión de posgrados (IA5, 31/08/20). Pero este laboratorio se constituye en la primera iniciativa en investigación científica que logró ponerse en marcha a partir de una estructura colectiva, lo cual lo constituye en un caso muy

12. El monto asignado para la primera fase (Proyecto FORDECYT) fue de \$1.577.210 (aproximadamente) y el de la segunda fase (Proyecto SENER-CONACYT) es de \$2.337.250 USD (aproximadamente).

interesante respecto a lo que sucede en la implementación de políticas científicas de tipo colaborativo. Su origen colectivo también genera una identidad regional. Uno de los informantes indicó que todos se han identificado como región sureste, lo cual les ha permitido siempre participar en bloque (IA1, 28/07/20).

En el laboratorio participan alrededor de 55 investigadores especializados en energías renovables, de las siete IES asociadas (IA1, 28/07/20). En este caso, la heterogeneidad está matizada por la disparidad entre sus socios. Un entrevistado señaló al respecto que algunos grupos débiles se han beneficiado de haberse unido a grupos fuertes de investigación (IA5, 31/08/20). Según otro testimonio, los investigadores con menor experiencia han sido acompañados por los que están más consolidados, impulsando a que los primeros generen sus propios conocimientos en energías renovables (IA1, 28/07/20).

Asimismo, el consorcio ha evidenciado las asimetrías regionales entre los tres estados que conforman la península, en cuanto a las capacidades científicas y tecnológicas (IA5, 31/08/20), donde se observa una mayor fortaleza de Yucatán, respecto a Quintana Roo y a Campeche. Otro aspecto de la heterogeneidad corresponde a las diferencias entre las IES que participan en esta iniciativa, por ejemplo, en términos de las reglas de operación disímiles y a veces contradictorias, de centros de investigación, universidades e institutos tecnológicos, lo cual ha representado un reto en la operación administrativa y financiera de los proyectos, que exige mayores capacidades de coordinación entre los miembros de las diferentes instituciones. Estos procesos de acoplamiento en ocasiones rebasan las propias capacidades de cada institución, que a su vez se rigen por el Convenio de Administración por Resultados (CAR) del fondo sectorial de la SENER, el cual regula la gestión del CICY como institución responsable ante el gobierno federal (IA7, 24/11/21).

25

La heterogeneidad entre los miembros del LENERSE coexiste con su alto grado de autonomía, lo cual se ilustra en la creación de programas de posgrado en las diferentes instituciones que se impuso sobre la idea original de crear un posgrado interinstitucional. De igual forma, se han respetado las diferentes líneas de investigación de los miembros, procurando mantener la diversidad de áreas de especialidad en energías renovables a las cuales responden los diferentes grupos (IA1, 28/07/20). Otra característica de la autonomía es la existencia de cierta libertad para mantenerse o salirse del consorcio, lo cual se limita a los compromisos asumidos en los proyectos que han otorgado la financiación. Así, por ejemplo, aunque ha existido estabilidad entre las IES que son miembros del laboratorio, en la segunda fase la UJAT ya no estuvo vinculada.

El LENERSE también tiene un grado importante de autonomía colectiva, que se ilustra en su modelo organizacional, el cual opera a partir de subproyectos que vinculan investigadores alrededor de los diferentes tipos de energías renovables que se desarrollan.¹³ Esta organización por subproyectos, que busca la conformación de

13. La estructura del LENERSE se conforma por seis subproyectos: 1) coordinación del proyecto; 2) energía solar; 3) energía eólica; 4) hidrógeno; 5) celdas; y 6) sistemas híbridos (LENERSE, 2017).

grupos especializados en diferentes tipos de energía, genera una suerte de organización horizontal que facilita a cada institución mantener su autonomía y vincularse con las otras mediante acuerdos, tanto de recursos asignados como de compromisos, todo lo cual es establecido de manera temporal en el marco del desarrollo de los proyectos que han permitido la financiación de este emprendimiento.

A su vez, la cohesión de la red logró mecanismos de financiamiento más robustos y estableció proyectos que integran diversas líneas de investigación, lo cual no podrían realizar de manera aislada cada uno de los miembros, evidenciando un importante grado de interdependencia. Para un investigador, la posibilidad de establecer estas colaboraciones motiva la continuidad del laboratorio; por ejemplo, cuando una institución dispone de los equipos y la otra de los conocimientos especializados en un tipo de energía, dando lugar a posibilidades futuras de investigación (IA3, 18/08/20).

Adicionalmente, existe una alta interdependencia entre el sector científico y el gubernamental para el desarrollo del proyecto. Así, se observa que mientras se han mantenido los flujos financieros, se ha logrado cierta estabilidad en el desarrollo de las actividades; por el contrario, cuando han escaseado estos recursos, se ha generado inestabilidad. Esta condición ha mostrado que, para dar continuidad a esta iniciativa, se requiere de otras fuentes de financiamiento, considerando que la “segunda fase” ya está por terminar, y existe incertidumbre sobre la sostenibilidad del consorcio. Por tanto, para algunos actores se requiere lograr la autosuficiencia del laboratorio mediante su vinculación con el sector productivo (IA5, 31/08/20).

26

Otra característica importante del LENERSE, desde el enfoque de los SAC, es la existencia de objetivos múltiples y cambiantes, los cuales en el discurso han mantenido su esencia, aunque han venido madurando durante el proceso evolutivo que ha tenido el proyecto durante más de diez años de desarrollo. Para un informante, la aspiración de LENERSE era conjuntar las capacidades científicas del territorio en términos energéticos y ponerlas en interacción, para que el *expertise* de un sector pudiera empujar a otros (IA3, 18/08/20). Esta idea sugiere que la importancia de los mecanismos cooperativos intersectoriales como base para la operación del laboratorio permanece como propósito esencial, aunque la ausencia de un liderazgo del consorcio haya dificultado potenciar estas sinergias, como se ampliará más adelante.

Existen otros objetivos particulares que han cambiado durante el desarrollo de la iniciativa, producto del propio dinamismo del sistema. Así, propósitos iniciales como el de crear la infraestructura necesaria para la investigación se han ampliado a otros relacionados con la implementación de las tecnologías desarrolladas y la generación de nuevas líneas de investigación; por ejemplo, la integración de sistemas híbridos y el desarrollo de actividades de divulgación sobre el uso de las energías renovables. Aunque algunos de estos planteamientos se han establecido en el discurso, en la práctica no han logrado llevarse a cabo porque se ha priorizado en las actividades científicas y de desarrollo tecnológico de corte más tradicional (IA2, 06/08/20).

4. Mecanismos cooperativos del LENERSE

En esta sección se analizan las condiciones en las que han operado los mecanismos cooperativos del LENERSE; es decir, los procesos de gobernanza del sistema, en su dimensión social (confianza y comunicación) y política (toma de decisiones y liderazgo y representación). En cuanto a la dimensión social, la confianza está basada tanto en las relaciones personales que se sostienen entre los investigadores del consorcio como en la confianza estratégica entre grupos de trabajo e instituciones; pero también responde al prestigio que se ha generado alrededor del desempeño de la red. Las relaciones de amistad son un aspecto fundamental en la cohesión entre sus miembros. Un investigador describe la confianza como un detonador de la colaboración, brindando un testimonio sobre el trabajo conjunto con otro colega que redundó en una muy buena amistad, la cual afianzó una más estrecha interacción (IA4, 18/08/20).

La confianza basada en el prestigio se expresa en hechos como la financiación lograda mediante los fondos SENER-CONACYT, que se atribuye en parte al reconocimiento que ha alcanzado la iniciativa. Para un entrevistado, las autoridades de gobierno reconocen la capacidad de evolución del laboratorio durante más de diez años en los cuales se han mantenido trabajando juntos y generando resultados (IA1, 28/07/20). Por último, la confianza estratégica ha facilitado la colaboración entre los miembros del LENERSE, que, como se ha dicho, se basa en la apuesta de la política científica del Estado de Yucatán para crear sinergias territoriales. Uno de los entrevistados indicó que cuando se concreta la idea del SIIDETHEY, uno de sus principales componentes fue el de la colaboración, para lograr la complementariedad entre las instituciones que se asociaron para conformarlo (IA5, 31/08/20). Pese a ello, esta confianza se ha visto quebrantada en ocasiones por las tensiones entre los intereses de cada socio.

27

Uno de los aspectos donde se observa un déficit es el de la comunicación, que se esperaba que fuera efectiva dado que corresponde principalmente al diálogo entre actores científicos de áreas de conocimientos afines. Sin embargo, se encontró que la comunicación entre los grupos de investigación que conforman el laboratorio exige un proceso de traducción para expresarse con un lenguaje común, lo cual no siempre se logra. En ese sentido, un científico resaltó que ha sido difícil escucharse y entenderse por la distancia entre temas, lo cual implica un esfuerzo en la interlocución y también por parte de quien modera las conversaciones (IA3, 18/08/20). Este es otro aspecto que denota la necesidad de fortalecer el liderazgo de la red. Para este informante, la presión por los mecanismos de evaluación tradicional al que son sometidos, limita además las posibilidades de generar más espacios para intercambiar ideas y opiniones (IA3, 18/08/20).

En cuanto a la dimensión política de la gobernanza del LENERSE, se aprecia que ha existido un esfuerzo importante del equipo para lograr horizontalidad en la toma de decisiones, especialmente en cuanto a la organización de los grupos de trabajo, las diferentes líneas de investigación que integran el laboratorio y los objetivos comprometidos en cada fase. De acuerdo con un testimonio, el mayor logro fue ponerse de acuerdo, coordinar la forma en la que iban a trabajar, conocerse más,

y construir la infraestructura que tienen actualmente (IA1, 28/07/20). En tal sentido, se aprecia un esfuerzo colaborativo importante para concertar las decisiones más sustantivas respecto al diseño de los proyectos. Sin embargo, la coordinación del laboratorio, en tanto que depende del CICY, ha generado algunas tensiones debido a la falta de mecanismos de rotación de liderazgos entre las instituciones asociadas (IA4, 18/08/20), lo cual, aunque se reconoce como deseable por parte de algunos entrevistados, no ha sido viable. En consecuencia, se observa la necesidad de un liderazgo con mayor representatividad para establecer colaboraciones más efectivas.

Con todo, es de reiterar la importancia del CICY en el contexto científico de Yucatán, así como su destacada participación en el desarrollo del Parque Científico y Tecnológico del Estado (Giraldo, 2019), lo cual lo constituye en un actor clave no solo para el desarrollo del LENERSE, sino en múltiples proyectos de investigación, pues se trata de una institución que mantiene nexos importantes con otras IES y con el gobierno regional, a través del SIIDETEX. Esta situación ha permitido que sea el CICY el que haya materializado en forma pionera la idea de los “laboratorios sin paredes”, lo cual, para un informante, provienen de ideas implantadas previamente en la política regional, y que se remontan al plan estratégico de Mérida (IA5, 31/08/20).

A pesar de lo anterior, la debilidad en el liderazgo del LENERSE ha limitado el cumplimiento de objetivos que van más allá de los productos tradicionales del quehacer académico. Por esta razón, instituciones relevantes en el concierto científico regional han generado capacidades importantes en los grupos que participan dentro del laboratorio, pero no han fomentado su desarrollo como un instrumento que coadyuve en la llamada transición energética en la región peninsular, lo cual se constituye en una importante ventana de oportunidad en el devenir de esta iniciativa. Finalmente, los liderazgos se atribuyen a las personas que los sostienen y, en tal sentido, se aprecia que el gobierno del consorcio se desdibujó cuando hubo rotación de los actores artífices de su creación, por lo que en varias entrevistas se anotó que en la conducción del proyecto no se ha logrado una gobernanza de esta red para cumplir propósitos más amplios que los meramente técnicos (IA2, 06/08/20; IA4, 18/08/20; IA5, 31/08/20).

5. Resultados alcanzados del estudio de caso

Los principales logros en el desarrollo del LENERSE se reflejan, sobre todo, en la construcción de una infraestructura instrumental para la investigación en energías renovables y en la generación de capacidades referidas a la formación en posgrado (maestrías y doctorados) en los tres Estados (IA2, 06/08/20; IA1, 28/07/20; IA3, 18/08/20). Desde una perspectiva del desempeño funcional, se observa que el proyecto ha logrado avances notables relativos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico, que se refleja en el desarrollo de diversas publicaciones y algunas patentes. Para un entrevistado, en la primera etapa no solo se lograron las metas esperadas, sino que además se generaron productos adicionales a los inicialmente comprometidos (IA1, 28/07/20).

Sin embargo, un objetivo pendiente por cumplir corresponde a las vinculaciones con los sectores productivo y social (IA6, 21/09/20; IA2, 06/08/20), lo cual ha limitado el alcance que ha tenido esta iniciativa en términos de su desempeño asociativo; esto es, del impacto de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y del papel que debería jugar en un sistema de gobernanza regional. Respecto a la vinculación con las empresas, en ello intervienen factores como su inestabilidad, pues en los intentos por establecer colaboraciones se ha encontrado que éstas se transforman, cambian de nombre o desaparecen (IA3, 18/08/20). Un factor adicional es el regionalismo de los académicos que buscan asociarse a las empresas de la península, pero no a las que vienen de fuera (IA3, 18/08/20). Para otros miembros, la deficiencia fundamental se debe a que la vinculación con las empresas no forma parte de los entregables del proyecto, y, por tanto, no se trabaja sobre ello lo suficiente (IA2, 06/08/20). Como se ha dicho, este hecho ocasiona incertidumbre en el devenir del laboratorio que cuestiona la autonomía de la red para mantener la cohesión y limita su posibilidad para posicionarse como un instrumento de PCTI que incida más efectivamente en el desarrollo de energías renovables.

Al respecto, ciertos informantes notan que las vinculaciones descansan en esfuerzos individuales, porque se observó que, en algunas ocasiones, los lazos con las empresas dependen de la voluntad personal de los investigadores. De manera general, se reconoce que, a pesar de los acercamientos realizados en diferentes momentos, esta intención no se ha concretado aún (IA5, 31/08/20, IA1, 28/07/20). Y se observa que no existen ideas claras por parte de los científicos sobre cómo escalar una tecnología a un producto del mercado. En ese sentido, un representante del sector empresarial aseguró en la entrevista que un obstáculo para trabajar con los científicos consiste en que estos últimos plantan sus objetivos a muy largo plazo y las empresas medianas o pequeñas no tienen recursos para financiar procesos de I+D durante un lapso tan amplio (IA6, 21/09/20).

29

En un sentido similar, los investigadores aseguran que la vinculación con la sociedad no se ha logrado. Al igual que el caso anterior, algunos informantes anotan que esto se debe a que dicho propósito no forma parte de los entregables comprometidos. Para un entrevistado, la mayoría de los investigadores opta por realizar una carrera más tradicional a partir de la cual son evaluados (IA2, 06/08/20). Otro investigador indicó que no está en su naturaleza vincularse con la sociedad, ya que su formación se orienta al desarrollo tecnológico (IA1, 28/07/20). Además, la transferencia de estas tecnologías a la sociedad requiere un largo proceso de propiedad intelectual (IA7, 24/11/21). En ese sentido, la participación del laboratorio en la ecología política de las energías renovables, antes mencionada, ha sido de momento limitada. Según un testimonio, las acciones de vinculación más notorias del laboratorio con el gobierno regional han sido las consultas hechas al consorcio respecto a la implementación de los proyectos de energías renovables a gran escala en Yucatán y los procesos de consulta indígena en las cuales el laboratorio ha participado (IA5, 31/08/20).

Lo anterior revela los importantes desafíos que afronta el laboratorio, no solo en términos de la traducción para comunicarse efectivamente con diversos actores, sino del propio liderazgo asociativo de la red. En tal sentido, un informante reconoce que uno de los propósitos ha sido ser referentes en la península y tener un papel

más activo para incidir en la sociedad (IA1, 28/07/20). Este planteamiento muestra la necesidad de avanzar hacia la conformación de un equipo de trabajo interdisciplinario que involucre académicos de otras áreas de conocimiento, en especial de las ciencias sociales. Por ejemplo, especialistas en divulgación y comunicación de la ciencia, políticas públicas o innovación empresarial. Con todo, se aprecia que, si bien se han obtenido resultados destacables y que se han logrado sortear las dificultades, sacando a buen término los proyectos desarrollados (IA7, 24/11/21), es fundamental sostener esta valiosa estructura colaborativa para cumplir las metas pendientes por lograr.

Desde una perspectiva más amplia, la posibilidad del consorcio para incrementar su contribución social se ve limitada por los mecanismos mediante los cuales son evaluados los proyectos por parte de las dependencias de gobierno que brindan financiación. En el caso del LENERSE, se observa que, especialmente en la segunda etapa, el interés del gobierno federal se ha centrado en aspectos técnicos, por lo que no se ha ocupado en cómo incidir a través de este tipo de proyectos en las políticas públicas, especialmente las relacionadas con las energías sustentables (IA2, 06/08/20). No obstante, los entrevistados expresaron que la aspiración del consorcio sí es apoyar estos procesos de transición mediante estrategias como el licenciamiento a empresas interesadas o un mayor impulso a las iniciativas de los estudiantes que se forman en las diferentes IES asociadas (IA2, 06/08/20).

De otro lado, es interesante identificar la capacidad del laboratorio para lograr estabilidad en la cohesión entre sus miembros durante más de diez años de operación y el valor que otorgan éstos al esquema cooperativo que sostiene este proyecto. Según los testimonios brindados, un importante aprendizaje ha sido que es mejor trabajar en equipo para concretar los resultados (IA1, 28/07/20). Otro entrevistado enfatizó en que el esfuerzo individual es importante, pero el esfuerzo colectivo es poderoso y trasciende fronteras que el individuo de manera aislada no puede alcanzar (IA4, 18/08/20). Y para uno más, el laboratorio está cumpliendo una función muy importante, que es ser el aglutinante de una red fuerte de investigadores y de una red de empresas que no es muy amplia, pero existe. Además, esta red mantiene una participación valiosa para el gobierno estatal, el cual en sus proyectos le consulta al LENERSE (IA5, 31/08/20). Todo ello da señales del desempeño asociativo logrado en términos de sus capacidades cooperativas.

Así, el interés por mantener una identidad regional peninsular ha alentado a los socios del laboratorio a sostener las colaboraciones como un factor estratégico que posibilita ser reconocidos en el contexto nacional (IA1, 28/07/20). También la formación de personal especializado ha permitido generar mayores vínculos mediante hechos como la integración interinstitucional de los comités doctorales o las posibilidades de movilidad de los estudiantes entre las instituciones que conforman el consorcio. Otro aspecto positivo es el de las interacciones logradas mediante el acceso comunitario a la infraestructura creada por los diferentes grupos y el desarrollo de proyectos conjuntos. En tal sentido, se resaltan las capacidades asociativas que se han creado entre grupos especializados en diferentes tipos de energías renovables. Un ejemplo lo aporta el grupo del hidrógeno, pues, según un informante, está conformado por gente de la UQRO (Cancún), el CICY y el CINVESTAV (Mérida), donde la colaboración ha

sido bastante estrecha, y en el transcurso ha habido un aprendizaje y una creación de capacidades y también de formación de alumnos en esas tecnologías (IA2, 06/08/20).

Sin embargo, es importante insistir en que el alcance del LENERSE para cumplir un papel más destacado en la sociedad se ha visto impactado por diferentes causas, entre las que se destacan la ausencia de mecanismos de liderazgo y representación que permitan transformar las sinergias logradas hasta el momento para generar un impacto en la sociedad, en el reduccionismo de los instrumentos de financiación de este tipo de proyectos centrados en la técnica, en las dificultades para extender las capacidades interactivas ya creadas hacia el sector productivo y en la ausencia de un diseño institucional que aliente la participación académica en actividades no exclusivas a la productividad científica. Revertir estas cuestiones podrían reivindicar la función que debe cumplir este laboratorio, en tanto instrumento de PCTI regional, y en la legitimación que requiere reestablecerse tanto al interior de la misma red como con actores externos, para que el proyecto logre generar una mayor contribución social como sistema asociativo complejo.

Reflexiones finales

El análisis de las PCTI desde el enfoque de la gobernanza es reciente y corresponde al giro que, al menos en el plano discursivo, se ha venido dando a las políticas de este sector para que puedan contribuir al bienestar de las sociedades desde la perspectiva del desarrollo sostenible. Este giro implica una mayor coordinación interinstitucional con otras carteras de gobierno, pero también entre los niveles de administración federal, estatal y local. De manera reciente, en México se ha buscado conectar la agenda de ciencia y tecnología a la política de transición energética, derivando en instrumentos variados pero discontinuos como los fondos sectoriales de sustentabilidad energética, los CEMIES o el PRONACE de Energía y Cambio Climático, lo cual desalienta la posibilidad de mantener los esfuerzos que se han generado para potenciar capacidades científicas y tecnológicas como las que muestra la experiencia aquí analizada.

En términos generales, el LENERSE constituye un caso de estudio muy interesante porque se trata de una experiencia pionera en dos sentidos. En primer lugar, materializa la participación del sector científico en el desarrollo tecnológico de las energías renovables, tradicionalmente centrado en el sector empresarial. Y en segundo lugar, debido a su estructura, basada en un esquema cooperativo entre actores regionales, resulta en un fundamento para la generación de mayores capacidades científicas y tecnológicas mediante la concepción de la red como un “laboratorio sin paredes”. La combinación de ambos elementos conlleva a que esta experiencia sea emblemática y represente un caso muy sugerente para analizar en qué condiciones se llevan a cabo estas cooperaciones en el ámbito intra e intercientífico; es decir, cómo operan los procesos de gobernanza durante la implementación de un instrumento de política de CTI donde el gobierno aporta los recursos y la academia, estructurada colectivamente, se encarga de su desarrollo.

Así, se observa que el LENERSE es un caso ilustrativo de SAC que evidencia la heterogeneidad intra e intersectorial (tanto entre académicos, como entre ellos y el gobierno), interinstitucional (entre universidades y centros de investigación) y territorial (entre entidades federativas). Existe además una autonomía relativa de los socios (individual) y de la estructura del laboratorio (sistémica), caracterizada por la convergencia de múltiples objetivos que se han reajustado en el tiempo (desde la creación de infraestructura y la formación de posgrados hasta el desarrollo de tecnologías, la vinculación con el sector productivo y la divulgación a la sociedad), conllevando un alto grado de interdependencia entre los miembros, para asegurar los mecanismos de cooperación requeridos para el sostenimiento de la red. Su autonomía es relativa porque permite a los socios manejar sus recursos y seguir sus propias reglas, pero dependen de la administración del proyecto y del propio gobierno para tomar decisiones y emprender acciones respecto al desarrollo de los proyectos de investigación.

De otro lado, cuando se analiza una política desde la teoría de la gobernanza, no es común que se haga un análisis sistemático de la tensión derivada entre la cooperación y el conflicto entre actores diversos. Sin embargo, el marco de los SAC permite observar esta condición, la cual se ilustra en la operación del LENERSE desde la perspectiva social y política en la que se analizó la experiencia. Si bien se comparten objetivos e intereses comunes y existe confianza y cierta horizontalidad en la toma de decisiones que ha mantenido integrada la red, las tensiones derivadas de la falta de liderazgo, la heterogeneidad entre los actores y la debilidad en los procesos de comunicación inhiben las posibilidades para extender sus redes de colaboración (desempeño asociativo). Es decir, su vinculación con las empresas, para lograr que sus investigaciones se materialicen en desarrollos tecnológicos; con el gobierno, para convertirse en un actor más activo en los procesos de la transición energética en el entorno regional; y con la sociedad, para lograr una apropiación social de los conocimientos en energías renovables.

Los hallazgos evidencian que el LENERSE ha logrado resultados valiosos, sobre todo en términos del desempeño funcional; es decir, en la generación de mayores capacidades de oferta de CTI en energías renovables -infraestructura de investigación, formación de recursos humanos y productividad reflejada en artículos y en patentes-, lo cual es producto de mantener la cohesión de este consorcio regional, y a su vez, ha permitido darle visibilidad en el concierto nacional a las capacidades tecnológicas de la península de Yucatán. Sin embargo, el propio diseño de los instrumentos de financiamiento por parte del gobierno ha limitado el alcance del laboratorio, dominado por una perspectiva tecnocéntrica en el desarrollo de las energías renovables y una concepción clásica en el diseño y la evaluación de los proyectos científicos.

Estas condiciones reproducen la lógica subyacente en los procesos de desarrollo de energías renovables en el contexto internacional y reducen el alcance que pueda tener el sector académico en este proceso. Generar esquemas de investigación más interdisciplinarios, con la participación de científicos sociales, e incluso transdisciplinarios, en los que se involucren otros actores sociales, resultará crucial para que el laboratorio contribuya a la llamada transición energética. Si bien en esta experiencia se han logrado sostener mecanismos cooperativos que le han permitido

mantenerse a flote, los retos de la masificación del uso de energías renovables implican desarrollar capacidades de gobernanza intersectorial más allá del ámbito interno del laboratorio, para que este cumpla un papel más representativo como instrumento de PCTI regional orientado al desarrollo tecnológico de energías renovables.

Financiamiento

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT IA301820.

Bibliografía

Bresciani, C. (2019). Énergies renouvelables en Amérique latine: les apports de l'anthropologie. Lectures anthropologiques. Recuperado de: <http://lecturesanthropologiques.fr/lodel/lecturesanthropologiques/index.php?id=670&file=1>.

Casas, R. (2014). Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina: entre la Competitividad y la Inclusión Social. En P. Kreimer et al. (Coords.): Perspectivas Latinoamericanas en el Estudio Social de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (352-364). México: CYTED, ESOCITE, Foro Consultivo CyT y Siglo XXI editores.

CONACYT-SENER (2010a). Convocatoria de Sustentabilidad Energética. México: Gobierno Federal.

CONACYT-SENER (2010b). Fondo Sectorial CONACYT-SENER, Sustentabilidad Energética, Términos de Referencia. México: Gobierno Federal.

Coffey, A. y Adkinson P. (2005). Encontrar el sentido a los datos cualitativos. Estrategias complementarias de investigación. San Vicente del Raspeig y Medellín: Universidad de Alicante y Universidad de Antioquia.

Cozzens, S. (2007). Innovation and Inequality. En K. Smits, S. Kulhmann y P. Shapira (Coords.), Innovation Policy, Theory and Practice: An International Handbook. Georgia: Institute of Technology.

Emiliozzi, S., Lemarchand G. A. y Gordon, A. (2012). Inventario de instrumentos y modelos de políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Working Paper, 9. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Evrard, A. (2013). Contre vents et marées. Politiques des énergies renouvelables en Europe. París: SciencesPo.

Giraldo, M. (2018). La elaboración de políticas regionales de ciencia y tecnología desde el enfoque de gobernanza: el caso de Yucatán, México, y Santander, Colombia. Revista IAPEM, 100, 79-106.

Giraldo, M. (2019). Políticas regionales de ciencia y tecnología: capacidades interactivas, redes y desarrollo territorial en dos parques tecnocientíficos de México y Colombia. México DF: CIALC-UNAM.

Howe, C., Boyer, D. y Barrera, E. (2015). Los márgenes del Estado al viento: autonomía y desarrollo de energías renovables en el sur de México. *J. Lat. Am. Caribb. Anthropol.*, 20(2), pp. 1–23.

Kooiman, J. (2003). Gobernar en Gobernanza. En A. Cerillo (Coord.), *La Gobernanza Hoy: 10 Textos de Referencia* (57-82). Madrid: Instituto Nacional de Administración Pública.

LENERSE (2014). Consolidación del Laboratorio de Energías Renovables del Sureste, Proyecto No. 254667, convocatoria SENER-CONACYT. Mérida: CICY, LENERSE y CONACYT.

Luna, M. y Velasco, J. (2017). *Complex Associative Systems: Cooperation Amid Diversity*. México DF: IIS-UNAM.

Luna M. y Chávez, C. (2014). Socialización, gobernanza y rendimiento social en sistemas asociativos complejos. En S. Gordon y R. Tirado (Coords.), *El rendimiento social de las organizaciones sociales*. México DF: IIS-UNAM.

34

Luna, M. y Velasco, J. (2009). Las redes de acción pública como sistemas asociativos complejos: Problemas y mecanismos de integración. *Redes, Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 17, 76-99.

Luna, M. (2003). Las redes como mecanismo de coordinación y las redes de conocimiento. En M. Luna (Coord.), *Itinerarios del Conocimiento: Formas Dinámicas y Contenido. Un Enfoque de Redes* (51-78). Barcelona: Anthropos e IIS-UNAM.

Olivé, L. (2012). El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología. México DF: UNAM.

Ostrom, E. (2010). Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems. *American Economic Review*, 100(3), 641–672.

Parra, A. y Cadena, Z. (2010). El medio ambiente desde las relaciones de ciencia, tecnología y sociedad: un panorama general. *CS*, 6, 331-359.

Parsons, W. (2007). Políticas públicas. Una introducción a la teoría y la práctica del análisis de políticas públicas. México: FLACSO.

Polanyi, M. (2010). *La lógica de la libertad. Reflexiones y réplicas*. España: Katz y Liberty Fund.

Rumpala, Y. (2013). Formes alternatives de production énergétique et reconfigurations politiques. La sociologie des énergies alternatives comme étude des potentialités de réorganisation du collectif. *Flux*, 92(2), 47-61.

Salomon, J. (1974). *Ciencia y Política*. México: Siglo XXI Editores.

Sánchez, J., Reyes, I., Patiño, R., Munguía, A. y Deniau, Y. (2019). *Articulación Yucatán y GeoComunes. Expansión de proyectos de energía renovable de gran escala en la península de Yucatán*. México: GeoComunes y Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible.

Schot, J. y Steinmueller, E. (2016). *Framing Innovation Policy for Transformative Change: Innovation Policy 3.0*. Brighton: University of Sussex.

SIIDETHEY (2012). *Gaceta SIIDETHEY n° 36*. Recuperado de: https://issuu.com/siidetey/docs/36_laboratorios_siidetey.

Smith, M. (2010). *Laboratorio de Energías Renovables del Sureste LENERSE [Documento de trabajo]*. Mérida: CICY.

Subirats, J. et al. (2008). *Análisis y gestión de políticas públicas*. Barcelona: Book Print Digital.

Velho, L. (2011). La Ciencia y los Paradigmas de la Política Científica, Tecnológica y de Innovación. En A. Arellano y P. Kreimer (Dir.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Bogotá: Siglo del Hombre.

Wulf, W. (1989). The national collaboratory. In *Towards a national collaboratory. National Science Foundation Invitational Workshop, Rockefeller University, New York*. Recuperado de: <https://www.nap.edu/read/2109/chapter/1>.

Zárate, E. y Fraga, J. (2016). La política eólica mexicana: controversias sociales y ambientales debido a su implantación territorial. *Estudios de caso en Oaxaca y Yucatán*. *Trace*, 69, 65-95.

Entrevistas realizadas

IA1. 28/07/20, Informante Anónimo 1, entrevistado el 28 de julio de 2020.

IA2. 06/08/20, Informante Anónimo 2, entrevistado el 6 de agosto de 2020.

IA3. 18/08/20, Informante Anónimo 3, entrevistado el 18 de agosto de 2020.

IA4. 18/08/20, Informante Anónimo 4, entrevistado el 18 de agosto de 2020.

IA5. 31/08/20, Informante Anónimo 5, entrevistado el 31 de agosto de 2020.

IA6. 21/09/20, Informante Anónimo 6, entrevistado el 21 de septiembre de 2020.

IA7. 24/11/21, Informante Anónimo 7, entrevistado el 24 de noviembre de 2021.

Cómo citar este artículo

Giraldo, M. E. y Zárate Toledo, E. (2022). Mecanismos cooperativos en la implementación de políticas de ciencia y tecnología: Un análisis del LENERSE desde los sistemas asociativos complejos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 17(51), 9-36. Recuperado de: [inserte URL]