

El diseño institucional de la transición energética y su incidencia en el entramado tecno productivo de la bioenergía en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe^[1]

The institutional design of the energy transition and its impact on the techno-productive framework of bioenergy in the provinces of Buenos Aires and Santa Fe

Castelao Caruana, María Eugenia; de Vita, Mariel

 María Eugenia Castelao Caruana
eugeniacastelao@conicet.gov.ar
Fundación Bariloche y CONICET , Argentina

 Mariel de Vita
marieldevita@gmail.com
CONICET, Argentina

FACES. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
ISSN: 0328-4050
ISSN-e: 1852-6535
Periodicidad: Semestral
vol. 30, núm. 62, 0346, 2024
faces@ecomdp.edu.ar

Recepción: 11 Septiembre 2023
Revisado: 12 Diciembre 2023
Aprobación: 29 Febrero 2024

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/616/6164904005/>

Autor de correspondencia: eugeniacastelao@conicet.gov.ar

© Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Argentina. 2024



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: En la última década, Argentina ha incorporado en su agenda política las nociones de bioeconomía y de transición energética como respuesta a los desafíos globales y como espacios de oportunidad para mejorar la competitividad de su estructura productiva. Sin embargo, la explotación a nivel territorial de las oportunidades que ofrecen estos espacios supone un diseño institucional adaptado a las especificidades locales y la acción deliberada en materia de aprendizaje de los actores del territorio. Este trabajo analiza la manera en que el diseño institucional de la transición energética interactúa con el entramado tecno productivo de la bioenergía presente en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe. El análisis muestra que existe un desacoplamiento entre la política de transición energética nacional y las políticas provinciales, y entre estas y las especificidades de los territorios, lo que ha incidido negativamente en la conformación de un entramado tecno productivo promotor de nuevas competencias.

Palabras clave: entramado tecno productivo, transición energética, diseño institucional, capacidades.

Abstract: Over the past decade, Argentina has embraced the concepts of bioeconomy and energy transition as responses to global challenges and as opportunities to enhance the competitiveness of its productive structure. However, effectively harnessing the opportunities presented by these concepts at the local level requires an institutional framework tailored to local specificities and proactive engagement from local actors in terms of learning. This study examines how the institutional framework of energy transition interacts with the techno-productive landscape of bioenergy in the provinces of Buenos Aires and Santa Fe. The analysis reveals a disconnect between national energy transition policy, provincial policies, and the unique characteristics of the territories, leading to a detrimental impact on the development of a techno-productive framework conducive to cultivating new skills.

Keywords: *techno-productive framework, energy transition, institutional design, capabilities.*



1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se han profundizado los desafíos económicos, sociales y políticos de alcance global asociados a la lucha contra el cambio climático, la seguridad energética y la creciente demanda de recursos naturales (RRNN). Estas tendencias están acompañadas por la emergencia de nuevos paradigmas tecnorganizacionales que redefinen el marco en que se desarrollan los procesos de competencia y ponen de relevancia factores sistémicos (Yoguel y López, 2000).

Frente a estos procesos e inspirados por diversos acuerdos internacionales, los gobiernos de diferentes países de América Latina han incorporado en su agenda política las nociones de “bioeconomía” y “transición energética” como espacios de oportunidad para mejorar la competitividad de su estructura productiva y sus patrones de inserción internacional. Estas tendencias se reflejan en planes o estrategias de desarrollo y políticas públicas que impulsan el surgimiento y consolidación de industrias basadas en la transformación de RRNN renovables -como la biomasa, el viento y otros recursos energéticos- y tecnología intensiva en conocimiento. De esta manera, se proponen impulsar la consolidación de sectores con mayor intensidad tecnológica, diversificación productiva y competitividad.

Una de las industrias clave de la transición energética que, además, integra el espacio de la bioeconomía, es la bioenergía moderna. En 2020, representaba el 5,7% del consumo global de energía con destino al transporte, la calefacción y la electricidad (REN21, 2023) y es un eslabón fundamental de los sistemas de biorrefinería que propone la bioeconomía como modelo de organización circular para intensificar el uso de los RRNN. Para la producción de electricidad y calor, esta industria utiliza diversas tecnologías comercialmente maduras a nivel internacional -digestión anaeróbica, calderas de biomasa, gasificadores, entre otras- cuyas especificidades técnicas y de diseño dependen de las características fisicoquímicas de la biomasa y su proceso productivo.

A nivel nacional, la industria de la bioenergía dedicada a la producción de electricidad y calor dio sus primeros pasos en la década de 2000, impulsada de manera indirecta por políticas ambientales y energéticas y, posteriormente, por la implementación del programa nacional Renovar (Castelao Caruana, 2021), que llevó la producción de bioelectricidad de 215 GWh en 2014 a 1.187 GWh en 2022 (CMMESA, 2023a). La explotación a nivel territorial de las oportunidades que ofrece la transición energética supone un diseño institucional adaptado a las especificidades de las nuevas tecnologías y de los territorios -sus condiciones ambientales y la de los RRNN involucrados- y la acumulación de capacidades productivas y tecnológicas en las firmas domésticas para el desarrollo de nuevas competencias. Este proceso exige la acción deliberada de las firmas en materia de aprendizaje, pero también del Estado para establecer una base de conocimiento y un umbral de capacidades que reduzcan la brecha entre las condiciones tecno productivas locales y las internacionales (Gutman et al., 2018).

De esta forma, el trabajo se interroga sobre la manera en que el diseño institucional que adquiere la transición energética, tanto a nivel nacional como provincial, interactúa con el entramado tecno productivo de la bioenergía en las provincias de Buenos Aires (PBA) y Santa Fe (PSF). Aun cuando las políticas públicas energéticas, industriales y tecnológicas existentes asociadas a la EFR no están explícitamente destinadas al desarrollo de redes de empresas o tramas productivas, su análisis permite conocer el papel que adquieren en la construcción de vínculos tecno productivos entre los agentes y el desarrollo de ventajas competitivas que facilitan la inserción de las empresas en dinámicas nacionales. Esto implica analizar el comportamiento sistémico de distintos actores vinculados con la bioenergía y el rol del Estado nacional y de los gobiernos

NOTAS DE AUTOR

eugeniacastelao@conicet.gov.ar

provinciales en el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades tecno productivas locales, necesarias para acceder a las ventanas de oportunidad que ofrece la transición energética.

El artículo se divide en 4 secciones. En la siguiente sección se describe el alcance que adopta el término “entramado tecno productivo” en este estudio y, a continuación, el diseño de investigación aplicado. Seguidamente, se presenta el entramado tecno productivo de la industria de bioenergía en la PBA y en la PSF y se analiza el papel de los actores que lo integran y sus relaciones su estabilidad y recursos). Por último, se presentan algunas reflexiones que surgen de esta investigación.

2. ABORDAJE TEÓRICO

El cambio tecnológico es un proceso interactivo, multidireccional y contextual asentado en la trayectoria y las capacidades internas de las firmas, pero también en sus relaciones externas y en el entorno social, económico e institucional en el que operan. De esta forma, el carácter sistémico de la competitividad e interactivo de la innovación resignifican la función del entorno en el desempeño de la firma y la construcción de nuevas capacidades tecnológicas (Morgan, 1995; Yoguel y López, 2000).

A lo largo de los años, la dependencia de las firmas respecto al entorno se ha reflejado en la construcción de nociones teóricas que han puesto distinto énfasis en la concentración geográfica -clusters, distritos industriales-, la interacción explícita entre los actores -cadenas de valor, redes, tramas productivas- o ambas condiciones -sistemas productivos locales- (Naclerio, 2010).

El abordaje teórico de este trabajo parte del concepto de “trama productiva” en diálogo con las nociones de cadenas de valor, cluster y redes, para elaborar una definición de entramado tecno productivo adecuada al análisis de los múltiples actores vinculados a la bioenergía en la PBA y la PSF.

Una trama productiva es un espacio económico de creación de competencias e intercambio productivo de bienes o servicios (Korsunsky, Erbes y Yoguel, 2007),

“constituido por un agente organizado (...) y el conjunto de sus proveedores, que se caracteriza por la existencia de interrelaciones derivadas, tanto de transacciones estables y de largo plazo de compraventa como de flujos de información, experiencias productivas, conocimientos codificados y tácitos que circulan por los canales formales e informales constituidos” (Albornoz et al., 2004, p. 546)

Algunos autores concuerdan en que este espacio se orienta a la creación de competencias en las firmas, pero no se ciñe a la estructura de jerarquías que propone la distinción entre empresa núcleo y firmas proveedoras al considerar la posible participación de múltiples empresas núcleo y asociadas (Delfini et al., 2007; Korsunsky et al., 2007). Ambas propuestas contemplan la posibilidad de que las firmas se vinculen con instituciones y firmas externas a la trama, lo que reflejaría su grado de apertura y la capacidad de las firmas de absorber conocimiento externo (Albornoz et al., 2004). Además, el papel de la trama en la construcción de nuevas capacidades tecnológicas dependería de la calidad y la fluidez de circulación de la información, el conocimiento y otros activos intangibles (Delfini et al., 2007).

En esta línea, la noción de entramado tecno productivo considera como parte del espacio económico no solo a las empresas que integran un sector sino a la multiplicidad de empresas e instituciones de carácter productivo y tecnológico -proveedores de bienes y servicios, entidades de ciencia y técnica (de ahora en más, CyT), organismos públicos, asociaciones y cámaras empresariales- que, ya sea mediante relaciones mercantiles o de cooperación, inciden en la creación de competencias en el sector bajo análisis. No obstante, no se trata de un análisis sectorial, dado que incluye a empresas provenientes de diversas actividades, ni es un análisis de cadena de valor, ya que, si bien da cuenta de las relaciones horizontales y verticales que se establecen en torno a un sector -en este caso, la bioenergía- entre diferentes empresas y con otras instituciones, no se detiene necesariamente en el análisis de sus estrategias de coordinación y gobernanza.

Por otra parte, el entramado tecno productivo -al igual que el concepto de trama productiva- no asume la existencia de proximidad geográfica entre los actores, aunque reconoce que esta favorece las sinergias tecnológicas y organizacionales. Esto lo diferencia con la noción de cluster, entendida como:

"un grupo de empresas interconectadas y de instituciones asociadas, ligadas por actividades e intereses comunes y complementarios, geográficamente próximas" (Porter, 1998, p. 199),

que aprovechan las economías de escala, de aglomeración o de localización para lograr ventajas competitivas (Anlló, Bisang y Salvatierra, 2010). Si bien para algunos autores los vínculos existentes en los clusters pueden tener una base local, nacional e, incluso, internacional, gran parte de la literatura considera que la proximidad geográfica favorece la transmisión de conocimiento (Navarro Arancegui, 2003).

Cuando la sinergia de los procesos de circulación de conocimiento y aprendizaje al interior del entramado tecno productivo es alta, este se constituye en una red de conocimiento. Las redes pueden diferenciarse según los tipos de actores (los nodos) que las componen, sus capacidades, la distribución de estas capacidades en la red y el tipo de conocimiento que se intercambia. A su vez, los vínculos entre los nodos producen redes con diferentes estructuras (jerárquicas, centralizadas, con altos grados de incrustación, dispersas y otras) que afectan el desempeño individual y de la red en su conjunto (Arza et al., 2018). El nivel de desarrollo de estas relaciones y su constitución como redes de conocimiento depende de su complejidad y el grado de apropiabilidad del bien que se transa como producto (Yoguel et al., 2005).

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo centra su análisis en la industria de la bioenergía con fines térmicos o eléctricos en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, Argentina. El potencial de esta industria en estos territorios se refleja, por un lado, en el número de plantas activas (26) con tecnologías de combustión directa o de digestión anaeróbica que producen energía térmica o eléctrica para su uso en procesos productivos de la misma empresa o para su venta a través de la red eléctrica (Castelao Caruana, 2020). Por otro lado, estas provincias poseen una gran cantidad y variedad de fuentes de biomasa seca, legal y comercialmente accesibles, proveniente de formaciones arbóreas, forestaciones, pastizales, bosques nativos y cultivos, y de biomasa húmeda generada en establecimientos de cría de animales y de producción de alimentos (frigoríficos, tambos) (FAO, 2018a, 2018b).

El diseño de investigación se dividió en dos niveles. En primer lugar, un análisis macro del marco regulatorio y las políticas públicas que impulsaron el crecimiento de la bioenergía moderna en el país en el período 2015-2021. En segundo lugar, se estudió a nivel meso el alcance y configuración del entramado tecno productivo existente en torno a la bioenergía en las provincias bajo estudio. Este trabajo profundizó en el rol que tienen cuatro actores centrales de esta industria: empresas propietarias de plantas de bioenergía, firmas de servicios de ingeniería o EPC^[2], organismos públicos provinciales y entidades públicas de CyT, con sede en las provincias bajo estudio.

La recopilación de información se basó en la base de datos de firmas con plantas de bioenergía activas o en desarrollo en Argentina (Castelao Caruana, 2022), la revisión de fuentes secundarias, la realización de entrevistas semiestructuradas a referentes clave entre fines de 2019 y principios de 2021, y la aplicación de una encuesta a referentes de organismos de CyT. La lectura cruzada de estas fuentes permitió identificar a los actores y los programas públicos involucrados en el desarrollo de proyectos de bioenergía en estas provincias. Esta información fue triangulada y, a su vez, retroalimentada por los datos provenientes de entrevistas semiestructuradas a referentes de: 1) la Secretaría de Energía y la Dirección de Bioeconomía de la Provincia de Santa Fe; 2) el Programa de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida (PROINGED) y la Dirección de Bioeconomía de la Provincia de Buenos Aires; 3) siete empresas proveedoras de tecnología y servicios de ingeniería; 4) cuatro organismos públicos de CyT; y 5) seis firmas propietarias de plantas de bioenergía en la



PBA y la PSF. La recopilación de información de los organismos de CyT incluyó la revisión de los portales web del INTA, INTI, CONICET y universidades nacionales, lo que permitió identificar y caracterizar 35 centros o equipos de investigación que realizan actividades de I+D asociadas a la bioenergía en las provincias bajo análisis. Para validar su selección y obtener información sobre las condiciones y formas de interacción con el sector privado, se envió una encuesta virtual a sus referentes entre los meses de marzo y junio de 2021. Se recibieron 20 respuestas positivas, que, si bien no constituyen una muestra estadísticamente representativa, cubren el 57% de la población estimada de centros o equipos de CyT en estudio.

El análisis involucró la codificación y clasificación de la información recopilada, la confección de tablas de doble y triple entrada para facilitar la identificación de patrones a partir de las dimensiones de análisis y la elaboración de matrices que reflejen el tipo y calidad de la interacción entre los actores y sus características. Se recurrió al análisis de redes para realizar algunas estimaciones básicas y elaborar gráficos ilustrativos del entramado tecno productivo bajo análisis.

4. EL ENTRAMADO TECNO PRODUCTIVO Y SUS MÚLTIPLES ACTORES

En este apartado se presenta y analiza, por un lado, el diseño institucional que, mediante leyes, normas y programas de alcance nacional y provincial, acompañó el desenvolvimiento del sector de la bioenergía con fines térmicos y eléctricos en las PBA y PSF hasta 2019. Este análisis se centra en los objetivos, destinatarios e intervenciones que proponen estas políticas. Por otro lado, se examinan los actores asociados a este sector y sus vinculaciones, lo que en conjunto da lugar a lo que denominamos entramado tecno productivo.

4.1. El marco institucional de la bioenergía a nivel nacional y provincial

La transición energética ha formado parte de la agenda política argentina desde la década de 1990, pero, a diferencia de otros países, su trayectoria en el sistema energético ha sido marginal y errática, guiada más por la coyuntura política y económica que por una estrategia productiva o energética. La bioenergía ingresó de forma tardía en la agenda energética nacional, con la promulgación de la Ley 26.190 en 2007 y la implementación del programa GENREN en 2009 que derivó en la instalación de dos proyectos de biogás de relleno sanitario. En estos años, el Estado nacional abrió la convocatoria FITS 2012 Energía-Biomasa, a través del FONARSEC, para apoyar el desarrollo de capacidades tecnológicas asociadas a generación de bioenergía mediante el financiamiento de consorcios público-privados, dos de estos consorcios tenían residencia en la PSF y uno en la PBA.

La bioenergía tomó mayor visibilidad social a partir de 2015 cuando comenzó a promoverse el término bioeconomía en el país y el programa RenovAr que, diseñado en el marco de la Ley 27.191, adjudicó más de 60 contratos de abastecimiento de energía eléctrica a proyectos de biogás y biomasa (combustión directa) entre 2016 y 2019. Si bien esta política de demanda energética adoptó como ejes la federalización y la diversificación tecnológica, su diseño priorizó la competencia por precio y la generación de electricidad, sin considerar la totalidad del circuito productivo y, de esta forma, la posibilidad de producir otros bienes. Por su parte, la Ley 27.191 estableció la creación de un Mercado a Término de Energía Eléctrica de Fuente Renovable (MATER) en el que las empresas celebran contratos de compra y venta de este bien que se definen, esencialmente, por su precio y disponibilidad, de forma tal que los Grandes Usuarios del Mercado Eléctrico Mayorista tengan una alternativa para cumplir con los objetivos de consumo de Energía de Fuentes Renovables (EFR) que establece la ley. Sin embargo, es posible indicar que la configuración de estas normas y mercados, que derivó en el desarrollo de una mayor capacidad instalada de plantas eólicas (3.387 MW) y solar fotovoltaicas (1.311 MW) de gran escala para la producción de electricidad, actuó en detrimento de plantas de bioenergía de menor



escala (279 MW) (CAMMESA, 2023b) con potencial para la cogeneración o el tratamiento de residuos orgánicos^[3].

Los Estados provinciales analizados, siguiendo la dinámica nacional, en la década de 2000, declararon de interés la generación y uso de EFR y establecieron mecanismos fiscales para promover su adopción -Ley PBA 12.603/2000 y Ley PSF 12.503/2005- (Figura 1). La legislación de la PSF, en particular, menciona explícitamente a la biomasa y el biogás como fuentes renovables de energía, destacando sus potenciales beneficios ambientales. Además, el gobierno de esta provincia aplicó, desde 2011, diversas políticas orientadas a: 1) difundir los usos y alcances de las tecnologías de generación de EFR en el ámbito productivo, residencial y público (escuelas), incluida la producción de biogás, y su adopción mediante incentivos fiscales; 2) impulsar la instalación y desarrollo de proveedores de equipos y componentes para este fin, tanto biodigestores y sus partes como otros equipos; y 3) ofrecer instancias para la adquisición de conocimientos y experiencias en torno al diseño, instalación y operación de estas tecnologías. De esta forma, el gobierno provincial intentó, por un lado, estimular la demanda de estas tecnologías y, por el otro, desarrollar capacidades que dieran respuesta a la demanda de equipos y de servicios de ingeniería especializados.

En materia de promoción de la EFR, la PBA centró sus acciones en el PROINGED, un programa de gestión público-privada dedicado a la difusión de la generación distribuida de energía renovable mediante campañas de sensibilización, el financiamiento de estudios de viabilidad técnica económica de plantas de bioenergía, y la instalación de plantas modelo de energía eólica y solar fotovoltaica de mediana escala. A diferencia de la PSF, la PBA no cuenta con programas destinados a generar capacidades locales, sino que están centrados en comunicar la existencia y alcance de estas tecnologías entre sus potenciales usuarios.

Año	Nacional	PBA	PSF
Década de 1990	Marco regulatorio EFR		
2000-2004		Marco regulatorio EFR	
2005-2009	Ley 26.190. Política de demanda (Genren)	Política de oferta (PROINGED)	Marco regulatorio EFR (bioenergía)
2010-2014	Política tecnológica (FIT)		Política industrial y de demanda (baja escala)
2015-2019	Bioeconomía. Política de demanda RenovAr. MATER		Política industrial y de demanda (baja escala)

FIGURA 1.
Políticas implementadas a nivel nacional y en PBA y PSF por período
Fuente: elaboración propia.

En resumen, con altibajos a lo largo de los años, el Estado nacional ofreció un marco institucional que impulsó el surgimiento de mercados de EFR y el desarrollo de la oferta de energía a partir de proyectos de gran escala, principalmente eólicos y solar fotovoltaicos. En contraposición, las políticas tecnológicas impulsaron el desarrollo de capacidades en torno a la bioenergía, pero su alcance fue limitado, tanto en términos de recursos y cantidad de proyectos como actores involucrados. Los gobiernos provinciales también acompañaron la difusión de la EFR incorporando estas tecnologías en su diseño institucional: la PBA financiando estudios de ingeniería básica y algunos proyectos demostrativos solar fotovoltaicos y eólicos, por su competitividad y la abundancia de RRNN en la provincia, y la PSF incentivando proyectos solar fotovoltaicos y de bioenergía debido a la abundancia de RRNN, pero también a la existencia de incipientes capacidades tecnológicas entre las PYMES locales.



No obstante, es posible observar un cierto desacoplamiento al interior de la política nacional y entre esta y las políticas provinciales. Por un lado, la política energética de estos años no contempló la trayectoria de la política tecnológica en materia de bioenergía ni la dispersión geográfica y especificidad de los RRNN disponibles en cada territorio. Tampoco la política nacional resultó permeable a contemplar la existencia de capacidades tecnológicas en torno a la bioenergía en provincias como Santa Fe, ni a la difusión y desarrollo de algunas plantas demostrativas de mediana y baja escala, promovidas por las políticas provinciales.

4.2. Los múltiples actores y sus relaciones: un análisis de redes

El entramado tecno productivo de la industria de bioenergía con fines térmicos y eléctricos se encuentra esencialmente integrado por las empresas propietarias de plantas de bioenergía activas o en desarrollo, las empresas de ingeniería o EPC que las diseñan y construyen -tanto nacionales como extranjeras-, los organismos públicos provinciales y nacionales que, mediante programas de incentivo o regulaciones, condicionan su desenvolvimiento, y las entidades de CyT que, en interacción con las empresas, inciden en la dinámica de esta industria. Las relaciones entre actores se analizan en términos de los recursos que fluyen por estos canales (insumos y servicios, información, equipos, financiamiento, conocimiento) y de la estabilidad de la interacción utilizando las categorías: informal, mercado, acuerdo y alianza.

No todos los actores identificados durante el trabajo de campo forman parte del análisis de red debido a la imposibilidad de acceder a información específica sobre sus relaciones, recursos y capacidades en torno a este sector. De esta forma, el análisis de red -sus indicadores y gráficos- se centra en un recorte de los actores (nodos) que integran el entramado tecno productivo de la bioenergía, pero el análisis del entramado tecno productivo -sus actores y relaciones- se asienta en el conjunto de la información que ha podido ser recopilada.

El análisis de red, realizado con el *software* estadístico R, contempla 56 actores o nodos: 16 entidades de CyT y universidades, 12 firmas propietarias de 10 plantas de bioenergía de forma única o en asociatividad, 12 empresas de ingeniería especializadas, 6 organismos públicos, 2 cámaras empresariales y 8 proveedoras de equipos y servicios clave para el desarrollo de los proyectos. En conjunto, estos nodos tienen 100 interacciones, lo que representa un nivel de densidad sumamente bajo, ya que solo se da el 6,5% de todos los vínculos posibles (1.540). Así, existen actores que se destacan por su centralidad de intermediación^[4], mientras que otros son nodos totalmente desvinculados de la red. Se trata de entidades de CyT que, a pesar de trabajar en temas asociados al sector, como el acondicionamiento y transformación de la biomasa en energía y el mejoramiento y producción de cultivos energéticos, no se relacionan con este entramado (Figura 2).



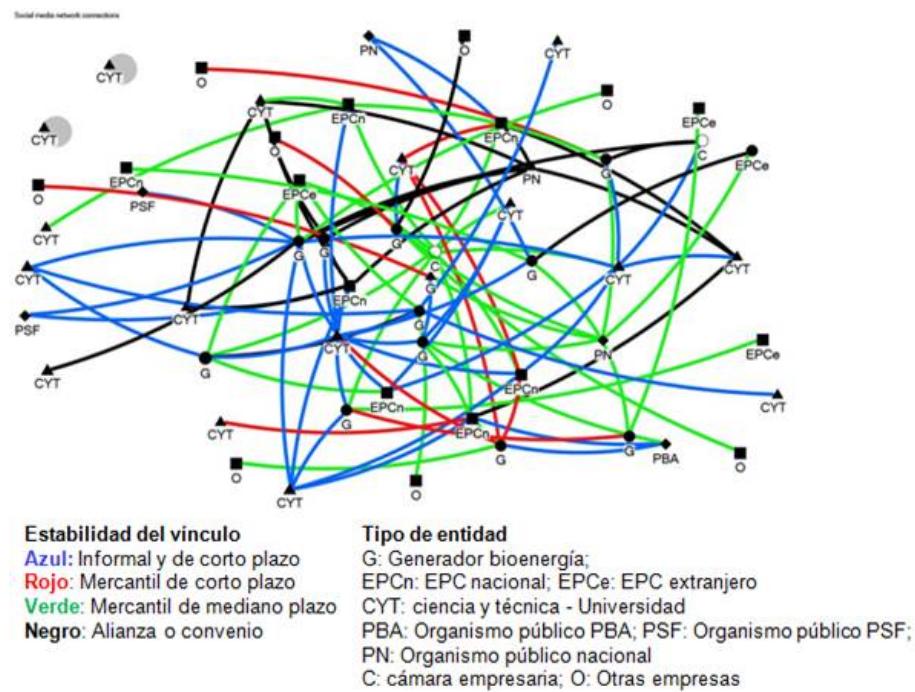


FIGURA 2.
Entramado tecno productivo de la bioenergía en las provincias analizadas según tipo de actor y estabilidad del vínculo

Fuente: elaboración propia, creado con NodeXL.

Entre los actores de mayor centralidad de intermediación se encuentra una empresa multinacional propietaria de una planta de bioenergía ubicada en la PSF que, a lo largo del proceso de selección de la tecnología y de diseño e instalación de la planta, interactuó formal e informalmente con múltiples actores públicos y privados, accediendo, así, a insumos y servicios, equipos, información, conocimiento y financiamiento. Otro nodo relevante está compuesto por una sede del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en la PSF, que ha interactuado, de manera mayormente informal, con empresas propietarias de plantas de bioenergía y de ingeniería locales con el objetivo de recopilar información para avanzar en proyectos de investigación, desarrollar nuevos procesos, equipos o productos y, al mismo tiempo, brindar asistencia técnica especializada y capacitaciones a las firmas (análisis, ensayos, visitas técnicas). En otras palabras, se trata de una entidad que ha establecido relaciones bidireccionales con el sector privado que, aunque inestables por su carácter informal, le ha servido para transferir y recopilar información y generar conocimiento. Otro actor con centralidad en el entrampado es el Ministerio de Energía y Minería (MINEM) como responsable de implementar el programa RenovAr y como fuente de información de las condiciones que establece este programa a las empresas adjudicatarias de contratos de compra de electricidad de EFR.

Asimismo, este análisis arroja que las empresas propietarias de plantas de bioenergía despliegan formas de interacción específicas para la estructuración de estos proyectos. Cuando se trata de firmas dedicadas a la producción de RRNN y, por lo tanto, con menos capacidades acumuladas sobre los procesos de transformación de estos recursos, la adopción de tecnología se asienta en contratos con firmas de ingeniería especializadas y las relaciones con el entrampado de CyT son de carácter mercantil y centrado en obtener información utilizada como insumo para la adaptación de la tecnología. Por otra parte, las empresas dedicadas al procesamiento de RRNN o la producción de energía establecen relaciones mercantiles con otras firmas e interacciones informales con universidades y entidades de CyT para generar conocimiento que les permita adaptarla a sus especificidades productivas. El grado de utilidad de estos intercambios para el aprendizaje de las firmas, no obstante, parecería depender de la existencia de departamentos de ingeniería con capacidades



para aplicar este conocimiento. Solo en algunos casos la interacción de las firmas y las entidades de CyT ha tomado la forma de consorcios público-privados financiados por políticas tecnológicas nacionales. Estas políticas han actuado como “puente” al promover este tipo de conexiones, con las limitaciones mencionadas en la sección 3.1 que redundaron en una baja centralidad. Estas relaciones no fueron ni reforzadas ni aprovechadas por la política energética ni las políticas provinciales (Figura 2).

La interacción con entidades de CyT es, por lo general, requerida por las firmas, pero su práctica está condicionada, según los propios investigadores/as, por el desconocimiento, por parte de las empresas, de la oferta de temas que trabajan las instituciones de CyT, las diferentes expectativas y prácticas de trabajo que tienen investigadores/as y firmas, la falta de financiamiento, la inadecuación de las herramientas institucionales para formalizar ese vínculo; la complejidad de las normas institucionales para la regulación de estas interacciones o la carencia de recursos (cognitivos, monetarios) de las firmas para adoptar estos conocimientos.

Las firmas domésticas de ingeniería que participan de estas redes cuentan con experiencia en el tratamiento de efluentes o en la ingeniería y construcción de obras en el sector energético (gas natural, electricidad); otras fueron creadas en estrecha interacción con programas universitarios de incubación de empresas o investigadores/as de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad del Litoral, adquiriendo conocimientos adicionales en centros de formación o en firmas tecnológicas europeas. Asimismo, algunas de estas han participado en la elaboración de estudios de viabilidad y, en unos pocos casos, en el diseño e instalación de plantas de baja escala, demostrativas o de escala domiciliaria, apoyadas, con distinto grado de intensidad, por políticas tecnológicas nacionales y provinciales^[5]. Para aquellas que se vincularon con proyectos con contratos del programa RenovAr, la interacción con entidades de CyT, universidades, empresas extranjeras y políticas públicas reforzó el proceso de aprendizaje interno de las firmas de ingeniería locales, dando lugar a la creación de nuevas capacidades locales en torno a la bioenergía.

El lanzamiento del programa RenovAr en 2016 posicionó brevemente al sector energético nacional como destino de filiales extranjeras de ingeniería con experiencia en el diseño y construcción de plantas de bioenergía y en la búsqueda y estructuración de financiamiento internacional. De esta forma, el sector pasó a estar integrado por empresas extranjeras y nacionales con capacidades tecnológicas disímiles, lo que derivó en que las primeras ocuparan un papel central en el diseño y provisión de tecnología y las segundas quedaran como proveedoras de servicios secundarios (análisis de sustratos, análisis de viabilidad), o como intermediarias entre las especificidades locales y el diseño extranjero (con contratos de licenciamiento, acuerdos específicos para esas plantas o vínculos de mercado). No obstante, unas pocas lograron insertarse como proveedoras centrales de este servicio.

5. ALGUNAS REFLEXIONES

Este trabajo se propuso analizar la manera en que el diseño institucional de la transición energética interactúa con el entramado tecno productivo de la bioenergía presente en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe durante el período 2015-2019. A partir de la noción de entramados tecno productivos, el estudio muestra que existe un desacoplamiento entre la política de transición energética nacional y las políticas provinciales, y entre estas y los procesos de aprendizaje vigentes en los territorios en torno a la bioenergía, lo que ha incidido negativamente en la conformación de una red de relaciones densas, estables y basadas en la creación de conocimiento.

En estas provincias, el entramado tecno productivo asociado a la bioenergía está integrado por una variedad de actores, pero posee un número de relaciones relativamente bajo, y predominantemente informales, lo que refleja el carácter emergente de la industria local, pero también la debilidad de las políticas públicas -tecnológicas, energéticas y productivas- para potenciar la interacción entre empresas y entre estas y los organismos de CyT. Esto se verifica en la ausencia de organismos públicos ejecutores de políticas como nodos



con cierta centralidad en la red de relaciones o que actúen como “puente” entre empresas y organismos de CyT.

El trabajo identifica un modelo estilizado de interacción entre los actores (Figura 3), caracterizado por la ausencia de vínculos entre los organismos públicos nacionales y provinciales y entre estos y las empresas, tanto para promover el desarrollo de sus capacidades como para impulsar el aprendizaje en interacción con otros actores. Este modelo estilizado se puede resumir en:

- Los principales destinatarios de las políticas nacionales de demanda de EFR son empresas interesadas en entrar en la industria de la bioenergía, independientemente de su trayectoria o actividad central, sin establecer condiciones que propicien la interacción con otros actores locales.
- La política tecnológica nacional ha impulsado la conformación de consorcios que han promovido la interacción entre universidades o entidades de CyT públicas y empresas privadas, tanto orientadas a la generación como al desarrollo de ingeniería.
- Las políticas provinciales se centraron en la difusión de estas tecnologías entre los potenciales oferentes de bioenergía, pero en un segmento productivo de mediana y baja escala, lo que finalmente dificultó la participación de estas empresas en proyectos beneficiados por el programa RenovAr.
- La política de la PSF, además, se propuso generar capacidades productivas y tecnológicas entre las firmas de ingeniería domésticas, pero sin involucrar formalmente a las entidades de CyT locales con trayectoria en el tema.

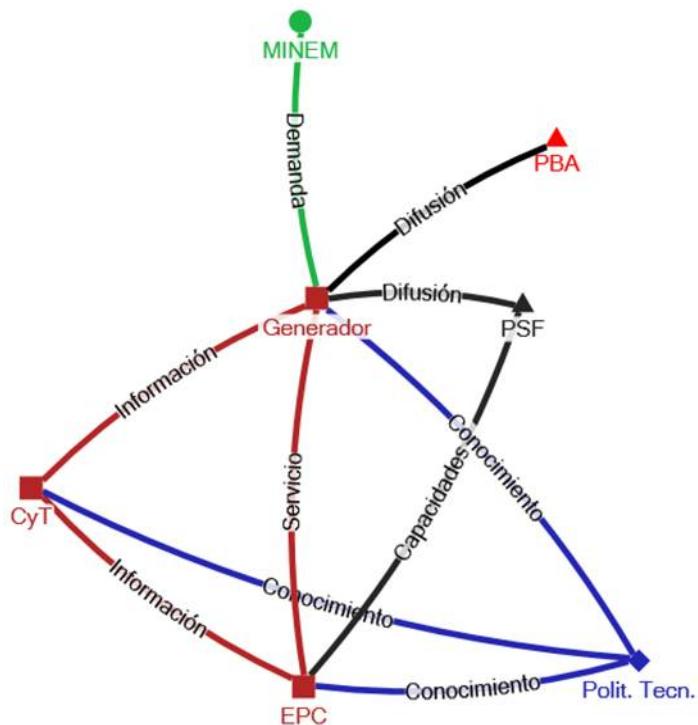


FIGURA 3.

Modelo estilizado de interacción en la red según tipo de actor y objetivo de la interacción

Los colores de los nodos y líneas reflejan el tipo de nodo que la estimula: verde para la política de demanda de energía del gobierno nacional, negro para políticas provinciales, azul para las políticas tecnológicas y rojo para relaciones independientes entre nodos.

Fuente: elaboración propia.

La falta de articulación entre la estrategia de transición energética nacional y los esfuerzos locales para difundir y generar capacidades en torno a estas tecnologías encuentra como respuesta el ingreso de firmas



extranjeras con paquetes tecnológicos relativamente cerrados. Aun así, la especificidad de los RRNN y de los sistemas productivos involucrados en la producción de bioenergía ha requerido, en algunos casos, la intermediación de firmas locales, dando lugar a la consolidación o desarrollo de ciertas capacidades. Sin embargo, para que estos actores se consoliden e incluso logren procesos de aprendizaje con impacto en la competitividad de la industria y en la economía, en general, es necesario diseñar políticas nacionales que contemplen los recursos y capacidades, públicas y privadas, presentes en los territorios, así como políticas provinciales que interpreten las oportunidades tecnológicas globales y su inserción en la estrategia energética nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, F., Milesi, D., y Yoguel, G. (2004). Tramas productivas en viejos sectores: metodología y evidencia en la Argentina. *Desarrollo Económico*, 43(172), 545-571.
- Anlló, G., Bisang, R., y Salvatierra, G. (2010). Del mercado a la integración vertical pasando por los encadenamientos productivos, los cluster, las redes y las cadenas globales de valor. En G. Anlló, R. Bisang, y G. Salvatierra (Eds.), Cambios estructurales en las actividades agropecuarias De lo primario a las cadenas globales de valor, pp. 9-52, Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Arza, V., Marín, A., López, E., y Stubrin, L. (2018). Redes de conocimiento asociadas a la producción de recursos naturales en América Latina: Análisis comparativo. CEPAL Review, 125, 99–126. <https://doi.org/10.18356/6d9c2fed-es>
- CAMMESA (2023a). Energía Renovable, Base de datos. Disponible en: <https://cammesaweb.cammesa.com/erenovables/>
- CAMMESA (2023b). Energía Renovable, Base de datos. Disponible en: <https://cammesaweb.cammesa.com/potencia-instalada/>
- Castelao Caruana, M. E. (2020). Configuración de la industria de bioenergía eléctrica y térmica en Argentina: ¿dónde, cuándo, cómo y quién?. *H-industri@: Revista de Historia de la Industria, los Servicios y las Empresas en América Latina*, 27, 55-78.
- Castelao Caruana, M. E. (2021). El papel de las políticas públicas en la difusión de la bioenergía en Argentina (2004-2019). *Cuyonomics. Investigaciones en Economía Regional*, 5(7), 150-176.
- Castelao Caruana, M. E. (2022). Plantas de bioenergía con fines eléctricos o térmicos en Argentina (activas o proyectadas). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (dataset). <http://hdl.handle.net/11336/162064>
- Delfini, M., Dubbini, D., Lugones, M. y Rivero, N. (2007). Introducción. En M. Delfini, et al. (Comp), *Innovación y empleo en tramas productivas de Argentina*, 9-16, Buenos Aires: Prometeo.
- FAO (2018a). Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa. Metodología WISDOM. Provincia de Santa Fe. *Documentos Técnicos*, 8.
- FAO (2018b). Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa. Metodología WISDOM. Provincia de Buenos Aires. *Documentos Técnicos*, 10.
- Gutman, G., Gorenstein, S., y Robert, V. (2018). *Territorios y nuevas tecnologías. Desafíos y oportunidades en Argentina*. CABA: Carolina Kenigstein
- Korsunsky, L., Erbes, A. y Yoguel, G. (2007). Tramas, redes y políticas: políticas públicas e instrumentos de promoción y políticas públicas para el desarrollo de tramas productivas. En M. Delfini, et al. (Comp.), *Innovación y empleo en tramas productivas de Argentina*, 401 - 438. Buenos Aires: Prometeo.
- Morgan, K. (1995), *The Learning Region: Institutions, Innovation and Regional Renewal*. University of Wales Cardi h <https://cammesaweb.cammesa.com/erenovables/>
- Naclerio, A. (2010). *Sistemas productivos locales: políticas públicas y desarrollo económico*. Buenos Aires: Programa Naciones Unidas para el Desarrollo.



- Navarro Arancegui, M. (2003). Análisis y políticas de clusters: teoría y realidad. *Ekonomiaz*, 53(2), 14-49.
- Porter, M. E. (1998). Clusters and competition. New agendas for companies, governments and institutions. En M. E. Porter, *On Competition*, 197-287. Bilbao: Deusto.
- REN21 (2023). *Renewables in energy supply: Bioenergy*. REN21. https://www.ren21.net/gsr-2023/modules/energy_supply/02_market_developments/01_bioenergy/
- Yoguel, G. y López, M. (2000). Sistemas locales de innovación y el desarrollo de la capacidad innovativa de las firmas: las evidencias del cuasi-distrito industrial de Rafaela. *Redes* 7(15), 45-94. Disponible en <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/700>
- Yoguel, G., Robert, V., Erbes, A., y Borello, J. (2005). Capacidades cognitivas, tecnologías y mercados: de las firmas aisladas a las redes de conocimiento. *Seminario Redes de conocimiento como nueva forma de creación colaborativa: su construcción, dinámica y gestión*, RICYT y UNESCO.

NOTAS

- [1] Trabajo desarrollado en el marco del proyecto PICT 2018-03581 “Las trayectorias tecnológicas de la bioenergía y la configuración de la bioeconomía a nivel regional” financiado por la Agencia Nacional de Políticas de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- [2] EPC refiere a la denominación *Engineering, Procurement, and Construction* (Ingeniería, Adquisición y Construcción). Se trata de empresas que ofrecen servicios de ingeniería para el diseño e instalación de las plantas de bioenergías y el conjunto de equipos y materiales requeridos para su construcción, producidos, en su mayoría, por terceros.
- [3] Otra norma con incidencia en la generación de EFR es el Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la red eléctrica pública (Ley 27.424/2017) que habilita la producción de electricidad de fuentes renovables para el autoconsumo y su eventual inyección a la red. No obstante, su diseño no contempla ni la escala mínima que requieren las plantas de bioenergía ni los beneficios ambientales y técnicos que estas ofrecen al sistema energético al proveer, entre otras cosas, energía de base.
- [4] La centralidad de intermediación hace referencia al número de veces que un actor o nodo intermedia en la relación con otros actores.
- [5] Esta información no se refleja acabadamente en la Figura 2 debido a que muchos de estos actores no lograron insertarse en la industria, esto es en algunas de las etapas del diseño y construcción de plantas de bioenergía destinadas al autoconsumo o la provisión de electricidad a la red.

ENLACE ALTERNATIVO

[https://nulanmdp.edu.ar/view/publication/FACES/2024/62.html \(html\)](https://nulanmdp.edu.ar/view/publication/FACES/2024/62.html)