

Christian Brannstrom

Lucas Seghezzo

Adryane Gorayeb

(Organizadores)

# **DESCARBONIZACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR: CONEXIONES ENTRE BRASIL Y ARGENTINA**

Julio 2022

**DESCARBONIZACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR:  
CONEXIONES ENTRE BRASIL Y ARGENTINA**

© 2022 Copyright by **Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)**

Impreso en Brasil/ Printed in Brazil

**Diagramación electrónica**

Renan Rodrigues

**Tradutores**

Rodrigo Silva de Oliveira

Poliana Cristina Souza França

**Revisión**

Rodrigo Silva de Oliveira

Lucas L. Franco.

**Portada**

Luci Sacoleira

**Impresión y acabado**

Expressão Gráfica e Editora

Rua João Cordeiro, 1285 – Aldeota – Fortaleza – Ceará

CEP: 60110-300 – Tel: (085) 3464-2222

E-mail: arte@expressaografica.com.br

Catalogación de la Publicación en la Fuente.  
*Universidade del Estado de Rio Grande do Norte.*

---

Descarbonización en América del Sur: conexiones entre Brasil y Argentina.  
/ Christian Brannstrom, Lucas Seghezze y Adryane Gorayeb (Orgs). –  
Mossoró, RN: Ediciones UERN, 2022.

460 p.

ISBN: 978-85-7621-326-0.

1. Energía Renovable - Descarbonización - América del Sur. 2. Energía eólica – Brasil - Impactos socioambientales. 3. Geografía ambiental. I. Brannstrom, Christian. II. Seghezze, Lucas. III. Gorayeb, Adryane. IV. Universidad del Estado de Rio Grande do Norte. V. Título.

UERN/BC

CDD: 333.794

# CONTENIDOS

---

**Presentación.....9**

## **SECCIÓN: METODOLOGÍAS APLICADAS AL ANÁLISIS DE LA DESCARBONIZACIÓN DEL SUR GLOBAL**

- 1. Análisis de la gobernanza de las energías renovables en América del Sur..... 14**  
*Christian Brannstrom, Lucas Seghezzo*
- 2. El Análisis de Redes Sociales (ARS) como Herramienta para el Estudio y la Gestión de los Procesos de Descarbonización .....38**  
*Melisa Escosteguy, Carlos Ortega Insaurrealde, Lucas Seghezzo*
- 3. Diagnóstico socioambiental participativo y cartografía social en la evaluación de impactos de la energía eólica..... 57**  
*Thomaz Xavier, Adryane Gorayeb, Christian Brannstrom*
- 4. La Metodología Q para el Análisis Cualitativo-Cuantitativo de las Percepciones Sociales sobre las Energías Renovables .....82**  
*Lucas Seghezzo, Christian Brannstrom*
- 5. Análisis del discurso y codificación (*coding*) con énfasis en los documentos oficiales de licenciamiento ambiental ..... 104**  
*Wallason Farias de Souza, Antonio Jeovah de Andrade Meireles, Christian Brannstrom*
- 6. Enfoques de economía política para la industria de generación eólica en el noreste de Brasil ..... 130**  
*Mariana Traldi*

- 7. Geoecología del paisaje, aplicada a la planificación ambiental de proyectos de producción de energía eólica ..... 153**  
*Edson Vicente da Silva, Giovanna de Castro Silva, Anderson Marinho da Silva, Clarissa Dantas Moretz-Sohn, Larissa de Pinho Aragão, Carlos Henrique Sopchaki*
- 8. Metodología de análisis del ruido provocado por parques eólicos.....171**  
*Lígia de Nazaré Aguiar, Ivan José Ary Júnior, Adryane Gorayeb*
- 9. Metodología de evaluación da vulnerabilidad de acuíferos en parques eólicos.....190**  
*Raquel Moraes Silva, Maria da Conceição Rabelo Gomes, Luis Glauber Rodrigues, Adryane Gorayeb*
- 10. Vulnerabilidad energética y socioeconómica en los hogares de Argentina ..... 209**  
*Rodrigo Javier Duran, Miguel Angel Condori*

## **SECCIÓN: TECNOLOGÍAS Y PERSPECTIVAS A FUTURO**

- 11. ¿Descarbonización con justicia? Conceptos y enfoques ..... 236**  
*Christian Brannstrom*
- 12. Derecho a la energía eléctrica y posibles impactos ambientales y sociales ..... 254**  
*Mozart Otávio Guedes Maia, Herivelto Fernandes Rocha, Aglaer Nasia Cabral Leocádio, Hugo Muniz Bolognesi, Carla Kazue Nakao Cavaliero, Sônia Regina da Cal Seixas*
- 13. Perspectivas para el uso de energías renovables en el mundo y en Brasil.....279**  
*Hugo Muniz Bolognesi, Alyson Luz Pereira Rodrigues, Zoraide Souza Pessoa, Sonia Regina da Cal Seixas, Carla Kazue Nakao Cavaliero*
- 14. Implicaciones geográficas del sector del hidrógeno verde en Brasil ... 299**  
*Christian Brannstrom, Adryane Gorayeb*

- 15. Desafíos sociales y ambientales de la energía eólica offshore en Brasil ..... 319**  
*Adryane Gorayeb, Christian Brannstrom, Marcelo Soares, Thomaz Xavier*
- 16. Relaciones entre descarbonización, vulnerabilidades socioambientales e impactos regionales de la energía eólica en el contexto del noreste de Brasil: el caso de Rio Grande do Norte..... 335**  
*Zoraide Souza Pessoa, Luziene Dantas de Macedo, Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira, Moema Hofstaetter, Yonara Claudia dos Santos, Eunice Ferreira Carvalho, Ellitamara Alves de Oliveira Melo*
- 17. La expansión de parques eólicos en áreas protegidas en el estado de Rio Grande do Norte, Brasil..... 360**  
*Rodrigo Guimarães de Carvalho, Ramiro Gustavo Valera Camacho, Márcia Regina Farias da Silva, Dweynny Rodrigues Filgueira Gê, Fabiana Silva Medeiros Ferreira, Stênio Freitas Felix, Louize Nascimento, Osvaldo da Cunha, Maria Zilda Rosado Neta*
- 18. Análisis de los marcos institucionales para la explotación de litio en Sudamérica ..... 382**  
*Martín A. Iribarnegaray, Elizabeth Jiménez, Ingrid Garcés, Mauricio Lorca, Melisa L. Escosteguy, Walter F. Díaz Paz, Araceli Clavijo*
- 19. Energía eólica en Argentina, distribución de sitios .....401**  
*Fernando Tilca, Juan Francisco Mathisson Malvasio*
- 20. Transición energética y producción de litio: principales debates y desafíos para la gestión del agua en Argentina ..... 417**  
*Walter F. Díaz Paz, Melisa L. Escosteguy, Araceli Clavijo, Lucas Seghezzo, Martín Iribarnegaray*
- 21. Conexiones multiescalares para la producción de litio en Argentina.. 435**  
*Melisa Escosteguy, Walter Díaz Paz, Araceli Clavijo, Martín Iribarnegaray, Lucas Seghezzo*

## CAPÍTULO 2

# EL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES (ARS) COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO Y LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE DESCARBONIZACIÓN

---

*Melisa Escosteguy<sup>1</sup>*

*Carlos Ortega Insaurrealde<sup>1</sup>*

*Lucas Seghezzi<sup>1</sup>*

### Resumen

El Análisis de Redes Sociales (ARS) es una metodología cuali-cuantitativa utilizada para analizar diferentes tipos de interacciones entre actores. Mediante métodos formales, permite indagar en la estructura social, partiendo de la premisa de que la vida social es producida, en parte, a través de relaciones sociales y de los patrones creados por estas relaciones. El ARS ha sido ampliamente utilizado para abordar la gobernanza de recursos naturales y en muchos casos se ha aplicado en conjunto con otros métodos, tanto cualitativos como cuantitativos. En los últimos años se han desarrollado investigaciones que emplean el ARS para estudiar cuestiones vinculadas a los sistemas de energía y las transiciones energéticas sustentables. En este trabajo se presentan algunos conceptos y herramientas del ARS y se brindan ejemplos de sus distintas aplicaciones en estudios vinculados al cambio climático, la gobernanza de recursos naturales y los procesos de descarbonización. Finalmente, se propone una contribución al estudio de la producción del litio en Argentina.

**Palabras clave:** Análisis de redes sociales. Descarbonización. Justicia energética. Transición energética.

---

1 Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Salta (UNSa), Salta, Argentina. meliescosteguy@gmail.com

## Introducción

El cambio climático y la búsqueda de la sustentabilidad energética han generado una discusión a escala global sobre la necesidad de transiciones hacia fuentes de energía más sustentables o de carbono cero (GIELEN *et al.*, 2019). Aunque estas transiciones pueden parecer positivas a primera vista, hay evidencia de que pueden crear nuevas injusticias y vulnerabilidades (SOVACOOOL *et al.*, 2019; SOVACOOOL, 2021; ESCOSTEGUY *et al.*, 2021). Es por ello que está cobrando cada vez más importancia la idea de transiciones justas, la cual apunta a la necesidad de que estas sean lo más equitativas posibles asegurando trabajo decente, inclusión social, erradicación de la pobreza y protección ambiental (ZOGRAFOS; ROBBINS, 2020).

Las ciencias sociales pueden contribuir a una descarbonización socialmente justa al analizar los riesgos, las innovaciones tecnológicas, las jerarquías sociales, y la gestión y regulación de los sistemas de energía (STERN *et al.*, 2016). En este contexto, el estudio empírico de los roles de los actores y de las redes sociales que determinan las elecciones y la toma de decisiones es particularmente importante. El Análisis de Redes Sociales (ARS) es un método potencialmente apto para esta tarea, dado que provee un diagnóstico robusto de las posiciones de los actores y sus relaciones, ayudando a determinar los puntos apalancamiento para transformar los sistemas de energía, a la vez que permite identificar a los actores marginados de los procesos distributivos y de toma de decisiones. En combinación con el marco teórico de la justicia energética (MCCAULEY *et al.*, 2019; SOVACOOOL *et al.*, 2019), el ARS puede ser una herramienta descriptiva y analítica útil para el estudio y la gestión de los procesos de descarbonización orientados a alcanzar los objetivos englobados en la idea de transiciones justas y sustentables.

La perspectiva de las redes sociales agrupa teorías, modelos y aplicaciones expresadas en conceptos o procesos relacionales (WASSERMAN; FAUST, 1994). El ARS, en particular, es una metodología cuali-cuantitativa basada en el concepto de red social y utilizada para analizar diferentes tipos de interacciones entre actores o agentes (SCOTT, 1988). Es el análisis de sistemas de relaciones sociales representada a través de redes (CARRINGTON; SCOTT, 2011). Mediante métodos formales, provee un modelo útil de la estructura social, partiendo de la premisa de que la vida social es producida, en parte, a través de relaciones sociales y de los patrones creados por éstas (MARIN; WELLMAN, 2011). El ARS usa datos relacionales, es decir, información sobre los contactos, lazos, conexiones, adscripciones a grupos y encuentros, que relacionan a un agente con otro, siendo estas relaciones propiedades de los sistemas de agentes (SCOTT, 2000). Entre los principios básicos del ARS (WASSERMAN; FAUST, 1994) se puede mencionar que: (1) los actores y sus acciones son consideradas como interdependientes; (2) los vínculos son canales para la transferencia o el flujo de los recursos; (3) la estructura de la red establece oportunidades o límites para la acción individual; y (4) las estructuras son patrones duraderos de relaciones entre actores.

El rango de aplicaciones del ARS se encuentra en constante crecimiento (FREEMAN, 2004; SCOTT; CARRINGTON, 2011) y han comenzado a emerger aplicaciones ambientales y energéticas. Estas aplicaciones se han focalizado en los problemas de gobernanza y “cogestión adaptativa” de los recursos naturales, donde importan los efectos de las redes sociales sobre los roles y la acción colectiva de los actores interesados (*stakeholders*) (BODIN; CRONA, 2009; PRELL *et al.*, 2009).

En este capítulo se presentará la propuesta metodológica del ARS y se discutirá el rol de la metodología en estudios que se orienten a potenciar una transición energética justa utilizando el ejemplo de la red de producción global del litio en Argentina. Primero se presentan algunas precisiones y herramientas metodológicas. Luego, se brindan ejemplos de distintas aplicaciones del ARS en estudios vinculados al cambio climático, la gobernanza de recursos naturales y los procesos de descarbonización. Finalmente, se discute cómo el ARS puede contribuir al estudio de la producción del litio en Argentina.

## **Conceptos y herramientas para el análisis de datos relacionales a través del ARS**

### *Representación de los datos relacionales*

El ARS emerge a partir de la combinación de una serie de métodos que se enfocan en el estudio de los aspectos relacionales de la estructura social, y que dependen de la disponibilidad de información relacional (SCOTT, 2000). Para representar datos relacionales, el ARS utiliza dos herramientas que provienen de las matemáticas: los grafos y las matrices (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). Los grafos que representan redes sociales están compuestos por un conjunto de vértices, también denominados nodos o actores, y un conjunto de aristas, también llamadas vínculos o relaciones, que conectan pares de vértices (BORGATTI *et al.*, 2018a). En el caso de que se muestren relaciones asimétricas, las relaciones se representan con flechas unidireccionales (arcos), mientras que, para los datos simétricos, las relaciones se representan únicamente con una línea. La mayoría de los grafos de redes se dibujan en un eje X-Y, la ubicación de los nodos es arbitraria y puede acomodarse en función de lo que se desee mostrar. Para brindar información acerca del tipo de actor representado por cada nodo se utilizan distintos colores y/o tamaños. Los nodos pueden diferenciarse cualitativamente en función de sus atributos (género, escala en la que operan) – representados generalmente por colores –, y también cuantitativamente a partir del cálculo de algunas medidas que describen su posición en la red – más relaciones, mayor tamaño, por ejemplo. Las aristas o relaciones entre actores también pueden tener atributos y pueden, igualmente, representarse con diferentes colores y tamaños para expresar el tipo o la fuerza de la relación (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). Los grafos son

una forma simple y efectiva de representar redes, y en el caso de las redes pequeñas, pueden brindar una idea general acerca de las características de toda la red.

Cuando se analizan redes demasiado grandes o se busca obtener una descripción formal de las propiedades de la red, es necesario convertir la información relacional en números. Para ello, la información puede ser representada a través de matrices de distintos tipos (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). Los vectores son matrices que tienen solo una dimensión; en el ARS, los vectores se utilizan para presentar información acerca de los atributos de los actores. En las filas suelen aparecer todos los actores que intervienen en la red y los atributos en la siguiente columna. Las matrices cuadradas o de adyacencia son matrices con igual número de filas y columnas: en ambas aparece una lista de los mismos actores. Este tipo de matrices se utiliza para describir conexiones entre cada par de actores y es la matriz más utilizada en el ARS. Generalmente, es una matriz binaria, se utiliza un 1 si la relación está presente y un 0 si no hay relación. Estas matrices pueden ser simétricas (si A está vinculado con B, entonces lógicamente B tiene que estar vinculado con A), o bien asimétricas o direccionadas (si existe una relación entre A y B, pero no entre B y A). En este caso, y por convención, la dirección para leer las relaciones va desde las filas hacia las columnas: los actores dispuestos en las filas son quienes envían las relaciones, mientras que los actores en las columnas las reciben (BORGATTI *et al.*, 2018a). Las matrices múltiples se utilizan para representar distintos tipos de relaciones. Si bien se recomienda utilizar matrices separadas para cada tipo de relación, existen dos enfoques (de reducción y de combinación) que permiten unificar varios tipos de relaciones en una sola matriz (ver BORGATTI *et al.*, 2018a).

### *Tipos de red y definición de límites*

En función de los datos con los que se cuente y del objetivo de la investigación, pueden desarrollarse redes de distintos tipos. Existen tres tipos de red clasificadas en base a la naturaleza y la cantidad de los conjuntos de actores que intervienen. Las *one-mode networks* son aquellas en las que se tiene en cuenta un único conjunto de actores - todos de la misma naturaleza (estudiantes de un colegio secundario u organizaciones) - y sus relaciones. Las *two-mode networks* están compuestas por dos conjuntos de actores de naturaleza distinta (estudiantes y organizaciones, por ejemplo) y las relaciones que los conectan. Dentro de este tipo de redes se encuentran también las *affiliation networks* en las que un conjunto está representado por actores y el otro por eventos, y las relaciones se establecen solo entre eventos y distintos subconjuntos de actores (WASSERMAN; FAUST, 1994).

En paralelo a los tipos de red existen dos enfoques para estudiar una red. El enfoque *whole network* analiza la red como un todo, es una perspectiva “top down” que permite observar y medir aspectos de redes sociales completas y predecir algunas

de sus dinámicas (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). Dado que para el estudio de algunos problemas o casos particulares puede ser importante poner el foco en actores individuales y sus conexiones, aparece el enfoque de las *ego-networks*, una perspectiva “bottom up”. Por *ego-networks* se entiende a un conjunto de nodos conectados a un nodo principal al que se denomina “ego”, y todas las relaciones que existen entre ellos (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Este enfoque es útil para comparar estructuras alrededor de distintos egos y para analizar la manera en que actores sociales particulares se ubican en una red de relaciones.

En conjunto con la definición del tipo de red y el enfoque para analizarla, es importante establecer los límites de la red que se quiere estudiar. Dónde dibujar los límites de una red que no parece estar demarcada naturalmente es un problema recurrente y se han propuesto dos estrategias para hacerlo. La estrategia realista propone tomar el punto de vista de los actores involucrados, una red es un hecho social siempre y cuando es experimentada conscientemente como tal por los actores que la componen; mientras que en la estrategia nominalista la red parte de los propósitos del investigador, el límite se establece de acuerdo al marco de referencia del observador (y no de los participantes) (EMIRBAYER, 1997). De acuerdo a esta segunda estrategia, cuando no se están estudiando grupos definidos naturalmente los límites de la red se establecen a partir de la pregunta de investigación (BORGATTI *et al.*, 2018a).

### *Obtención de datos relacionales*

La selección del método a utilizar para obtener información relacional también conlleva algunos problemas en tanto que las relaciones sociales son producidas a partir de las definiciones generadas por los miembros del grupo acerca de determinada situación o contexto (SCOTT, 2000). La selección del instrumento de recolección dependerá, en última instancia, de las características del grupo, de la red que se intenta analizar, del tipo de relaciones a estudiar, de la pregunta de investigación (BORGATTI *et al.*, 2018a) y, si hubiera, de la información ya disponible. Entre las técnicas más empleadas para la recolección de datos se encuentran los cuestionarios o encuestas, las entrevistas, la observación y el trabajo de archivo (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Los cuestionarios son uno de los instrumentos más comunes, sobre todo cuando los actores que se analizan son personas. Generalmente incluyen preguntas acerca de las relaciones que el encuestado sostiene con otros actores y son muy útiles para obtener información sobre toda la red. Pueden emplearse distintas técnicas para preguntar por relaciones. Una posibilidad es brindar al encuestado una lista de actores (*roster*) y pedirle que señale si mantiene vínculos con ellos. Para poder construir la lista, el investigador debe conocer quiénes son los actores involucrados en la red antes de comenzar a recolectar la información. Otra opción es utilizar la técnica de *free recall* en la que se pide al encuestado que mencione directamente a los actores con los que se relaciona en función de alguna relación en particular. De esta forma, son

los encuestados quienes brindan una lista de nombres. Si bien las listas de actores sirven para simplificar el cuestionario y evitar que quienes responden se olviden de mencionar a algunos actores, tienen las desventajas de que es necesario delimitar y conocer previamente la red y, si la red es muy grande, la encuesta puede ser muy extensa y pesada para quienes responden (BORGATTI *et al.*, 2018a).

Por su parte, los métodos de recuperación (*recall methods*) son útiles para indagar acerca de redes pequeñas o *ego-networks*, pero dependen de que los encuestados recuerden y vuelquen todas las relaciones en el cuestionario y de que el investigador se asegure que coincidan los actores que pueden ser mencionados con nombres diferentes (MARSDEN, 2011). Al utilizar *recall methods* se puede realizar una pregunta muy amplia en la que el encuestado mencione la cantidad de actores que recuerde o crea conveniente, o se le puede pedir que enumere cierto número de actores. Es muy frecuente con este método utilizar la técnica de bola de nieve (*snowball*), en la que los encuestados se van seleccionando a medida que son mencionados por uno o varios *egos*. Cuando se necesita conocer la intensidad o la fuerza de la relación, se puede solicitar a los encuestados que ordenen, prioricen o le asignen un valor a la relación (ver BORGATTI *et al.*, 2018a).

Las entrevistas también pueden servir para la recolección de información relacional. Entrevistas en profundidad o semi-estructuradas se utilizan cuando no es posible realizar una encuesta y, al igual que estas últimas, pueden realizarse de manera presencial o de forma remota. Borgatti *et al.* (2018a) plantean que la realización de un trabajo etnográfico previo a la recolección de información es importante para explorar los tipos de relaciones existentes y los términos apropiados para diseñar los cuestionarios. También proponen que una vez formulados deben ser testeados para asegurarse que quienes responden comprendan claramente el sentido de la pregunta. Para estos autores, el trabajo etnográfico es útil además hacia el final del estudio para testear los resultados y ver si tienen validez desde el punto de vista de los actores involucrados. Esta práctica de realización de etnografía al comienzo y al final del trabajo es definida por los autores como el sándwich etnográfico. Por su parte, la observación es otra forma de obtener datos relacionales y es muy efectiva para recolectar información acerca de grupos pequeños que tienen interacciones cara a cara frecuentemente, o cuando los actores involucrados no pueden responder cuestionarios ni entrevistas (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Las fuentes históricas y el trabajo de archivo han sido empleados para el estudio de redes sociales. Las fuentes seleccionadas para recolectar los datos deben contener información relacional que pueda convertirse en redes (BORGATTI *et al.*, 2018a). Algunas de estas fuentes son inherentemente relacionales (archivos de matrimonios o registros de transacciones), mientras que en otros casos las interacciones pueden identificarse a partir de fuentes menos estructuradas, codificando narrativas o registros escritos para encontrar nombres de distintos actores, eventos, locaciones. Una ventaja

de las fuentes históricas es su carácter longitudinal que permite estudiar redes a través del tiempo. De forma similar a la utilización de fuentes históricas, pueden utilizarse fuentes online. Muchos trabajos utilizan fuentes secundarias como artículos publicados en diarios, artículos científicos, o estadísticas para armar la red. En estos casos herramientas como la codificación son muy valiosas para organizar datos que en principio no están dispuestos de manera relacional.

### *Conceptos y medidas para analizar redes sociales*

El ARS brinda una serie de herramientas, conceptos y medidas (o cálculos) que permiten analizar cuantitativamente la estructura de la red, la posición de los actores, la existencia de subgrupos y la intensidad de las relaciones, entre otras cosas. Estas herramientas pueden aplicarse al nivel de toda la red, de los actores o de las relaciones y pueden ser complementadas con abordajes cualitativos que ayuden a comprender mejor la estructura.

#### Medidas de toda la red

Para comenzar a analizar la red existen dos conceptos muy sencillos: el tamaño y la densidad. El tamaño de la red se mide contando el número de nodos presentes: en una red siempre existen  $k * k-1$  pares ordenados de actores, donde  $k$  es el número de actores. La densidad de una red binaria es simplemente la proporción de todas las relaciones posibles que están de hecho presentes, es decir, la suma de las relaciones existentes dividida por el número de vínculos posibles. El tamaño y la densidad brindan un primer acercamiento a la estructura de la red, sin embargo, lo que realmente importa es conocer la forma en la que se estructuran las relaciones. Para ello, existen índices que muestran varios aspectos de las conexiones: accesibilidad, conectividad, distancia, reciprocidad, transitividad y *clustering* (HANNEMAN; RIDDLE, 2011).

En cuanto a la accesibilidad, se dice que un actor es accesible o alcanzable por otro si existe un conjunto de relaciones que los conectan, independientemente de si entre el actor de origen y de destino existen otros nodos. Cuando los datos son direccionados, existe la posibilidad de que el nodo A pueda llegar al nodo B, pero que B no pueda acceder a A. Cuando los datos son simétricos, en cambio, cada par de actores es alcanzable o no entre sí. El concepto de accesibilidad permite también identificar si existen divisiones o subpoblaciones en la red (actores que no pueden acceder a otros). La conectividad, hace referencia a los caminos que existen para conectar dos actores, estos actores tienen una alta conectividad si es que hay diferentes formas de que la señal enviada por alguno de ellos llegue al otro. La medida *point connectivity* mide el número de nodos que deben ser removidos de la red para que un actor se vuelva inalcanzable para otro, y es útil para poder entender aspectos como dependencia y vulnerabilidad en la red. La distancia, o distancia geodésica,

hace referencia a la longitud de la trayectoria entre dos actores; si dos actores son adyacentes, entonces la distancia entre ellos es 1 dado que se necesita un solo paso para que una señal (información, recursos, etc.) llegue de uno a otro. Para datos binarios, la distancia geodésica es el número de relaciones en el camino más corto posible para que un actor alcance a otro.

Cuando se analiza información direccionada es posible, además, abordar la reciprocidad de las relaciones. Las estructuras sociales más pequeñas existentes en una red se conocen como díadas: las relaciones entre dos actores. Existen tres tipos de díadas: nula (cuando no hay relación), en una dirección, o en ambas direcciones. Hasta qué punto una red se caracteriza por poseer relaciones o díadas recíprocas ayuda a comprender el grado de cohesión de la red. Si se pone el foco en las díadas se puede obtener una tasa de reciprocidad indagando la proporción de pares de actores que tienen relaciones recíprocas entre ellos. En cambio, si se pone el foco en las relaciones se puede indagar qué porcentaje de todos los vínculos posibles forman parte de estructuras recíprocas, y qué porcentaje del número total de vínculos reales participan en las relaciones recíprocas. Se suele asumir que las redes que poseen una predominancia de relaciones nulas o recíprocas son más estables que las que poseen muchas conexiones asimétricas ya que en las últimas pueden aparecer relaciones jerárquicas. Cuando se tienen en cuenta tríadas, es decir, tríos de actores, se puede analizar la transitividad: una tríada es transitiva cuando se espera que si A está relacionado con B y B está relacionado con C, entonces A esté relacionado con C. En el ARS se suele deducir que las redes que tienen mucha transitividad, tienden a tener una estructura grumosa, contienen nudos de nodos que están todos interrelacionados (BORGATTI *et al.*, 2018a).

Normalmente, en las redes muy grandes, existe una importante proporción del total de las relaciones que está altamente agrupada (*clustered*) en grupos más pequeños. Para calcular el grado en que una red no direccionada tiene zonas de alta y baja densidad se puede utilizar el denominado *clustering coefficient*. Esta medida calcula primero el *individual clustering coefficient*, la densidad de vínculos en la red ego de cada nodo (es decir, la densidad de vínculos entre los nodos conectados a un nodo determinado) y luego se promedia ese valor entre todos los nodos para obtener el *overall clustering coefficient*. Para calcular este coeficiente también se puede utilizar una medida ponderada (*weighted overall clustering coefficient*) (ver BORGATTI *et al.*, 2018a). Al tener en cuenta toda la red es posible analizar las conexiones que existen entre grupos y si es que existen subpoblaciones definidas por atributos compartidos o contextos similares. Existen medidas como la densidad de bloque - para indagar los patrones de interacción hacia adentro de los bloques y entre bloques de nodos del mismo tipo - y conceptos como clique, clan, plex, componente, facción para analizar cómo se estructuran las redes en función de grupos (un análisis completo de estas herramientas puede encontrarse en HANNEMAN; RIDDLE, 2011).

## Medidas para los nodos o actores

Una de las herramientas más utilizadas para el análisis a nivel actor es la centralidad, una propiedad referida a la posición de los nodos en una red que, más que una única medida, es una familia de conceptos (BORGATTI *et al.*, 2018a). La centralidad podría definirse en primera instancia como la importancia estructural que tiene un nodo para la red. Sin embargo, existen distintas maneras en las que un nodo puede ser importante, ya sea porque recibe más rápido la información que circula, porque puede difundir rápidamente la información, porque asegura que la información llegue a actores que de otro modo quedarían fuera de la comunicación, etc. Estas distintas formas de importancia dieron origen a distintas medidas de centralidad y a distintos enfoques o procedimientos para calcularlas.

Algunos autores plantean que existe una relación entre la centralidad y el poder (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). El poder puede ser considerado como una propiedad fundamental de las estructuras sociales. Si bien no hay demasiado consentimiento en cómo definirlo, una suposición común del enfoque de redes sociales es que el poder es relacional (BORGATTI *et al.*, 2018a), es decir, que es el resultado de distintos patrones de interacción. En este caso, los actores que son más centrales en una red podrían ser más influyentes y poderosos. Varios trabajos han adaptado distintas medidas de centralidad para analizar el poder, sin embargo, hasta qué punto la centralidad es un indicador de poder es aún un tema de debate. De cualquier modo, la centralidad es clave para contribuir al estudio de la forma en que los actores participan en una red, y cómo esto deriva en límites o en oportunidades para cada uno de ellos. Es común asumir que aquellos actores con menores limitaciones y mayores oportunidades se encuentran en posiciones más favorables. El enfoque más común para entender las causas o las fuentes de las ventajas y desventajas de un actor es la centralidad. Aquí mencionaremos solo las medidas de centralidad que aparecen más frecuentemente en la literatura.

*Degree centrality* es una de las medidas más simples de centralidad ya que calcula el número de relaciones que posee un actor. En una red direccionada se puede distinguir entre *in-degree* y *out-degree centrality*, teniendo en cuenta el número de relaciones que recibe un actor y el número de relaciones que envía, respectivamente. De estas medidas pueden derivarse algunas ideas acerca del prestigio y la influencia: un actor que recibe muchas relaciones puede ser definido como prestigioso y aquel que envía muchas relaciones puede considerarse influyente. Uno de los problemas de esta herramienta es que trata a todos los contactos de un actor como equivalentes o similares. En los casos en los que es útil analizar las conexiones de un actor a otros actores bien conectados, se utiliza la medida *eigenvector centrality*. Esta calcula la centralidad de un actor en relación a la suma de las centralidades de los actores con los que se conecta, primero se cuentan los vínculos de los actores y luego se vuelve a contar ponderando cada

contacto por su grado de centralidad (BORGATTI; BRASS, 2014). Si la red que estamos analizando es direccionada, existe una variación para analizar esta medida que se conoce como *beta centrality* y se describe en detalle en BONACICH; LLOYD (2001) y BORGATTI *et al.* (2018a).

Otra desventaja de la medida *degree centrality* es que solo toma en cuenta las relaciones inmediatas de un actor (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). Cuando es necesario conocer también la centralidad en función de las conexiones indirectas con todos los actores de la red se aplica otra medida, *closeness centrality*. Este cálculo hace referencia a la propiedad de estar a una corta distancia de todos los demás nodos de la red. Por “distancia” aquí se entiende el número de nodos o actores que existen en el camino más corto entre dos nodos. En su forma más simple, *closeness centrality* suma las distancias de un nodo a todos los demás (BORGATTI; BRASS, 2014). Otra medida que examina los caminos más cortos es *betweenness centrality*, el recuento del número de veces que un nodo determinado se encuentra en el camino más corto entre otros dos nodos (FREEMAN, 1979). Así, esta medida se refiere al control que tiene un actor sobre los mejores caminos entre otros pares de nodos y alcanza su valor máximo cuando el nodo analizado se encuentra a lo largo de cada camino más corto entre cada par de nodos. Por esa razón, esta medida puede interpretarse como el potencial de control que tiene un nodo sobre los flujos a través de la red.

## Medidas para las relaciones

A nivel de las relaciones también existen algunas herramientas que sirven para tener una idea general acerca de los vínculos que estructuran la red. Uno de los parámetros que suele tenerse en cuenta es la intensidad de la relación. Esta herramienta es principalmente una propiedad visual, ya que no se puede cuantificar. Algunos autores proponen que puede analizarse a partir de un análisis cualitativo, en el que pueden tenerse en cuenta seis dimensiones: alcance, frecuencia, duración, control, confianza e inversión en el entendimiento mutuo (NOOTEBOOM; GILSING, 2004).

## *Softwares utilizados*

Generalmente, para trabajar con datos relacionales se utiliza algún software. Dado que los programas que existen para este fin son muchos, aquí describiremos sólo los tres más utilizados: UCINET, Pajek y Gephi (para una revisión más completa ver HUISMAN; VAN DUJIN, 2011).

UCINET 6 es un paquete completo para el análisis de datos de redes sociales. Utilizado mayormente en ciencias sociales para analizar datos sociométricos, permite trabajar con redes muy grandes y contiene un importante número de métodos para su análisis. Entre ellos se pueden mencionar varias rutinas analíticas para la detección de subgrupos, para calcular distintas medidas de centralidad, para trabajar con

*ego-networks* y para el análisis de *clusters*, equivalencia y modelos centro-periferia (HUISMAN; VAN DUJIN, 2011). UCINET acepta un gran número de datos y formatos de archivo, lo que facilita la carga y exportación de datos desde UCINET (BORGATTI *et al.*, 2018b). El programa se instala junto con NetDraw, un programa complementario para la visualización de la red. NetDraw cuenta con propiedades avanzadas para el desarrollo de gráficos y permite asignar características a los nodos y las líneas a partir de elementos como el color, el tamaño y la forma de los símbolos utilizados para representar los nodos y las líneas (BORGATTI *et al.*, 2018b).

Pajek es un paquete de programas para Windows, de libre acceso, que permite el análisis y la visualización de redes sociales muy grandes (BATAGELJ; MRVAR, 2010). Entre algunas de sus principales ventajas se encuentra la capacidad de reducir redes con una gran cantidad de actores en redes menores que pueden ser analizadas utilizando métodos más sofisticados, la presencia de herramientas de visualización muy poderosas (visualizaciones 2D y 3D) y la posibilidad de aplicar una selección de algoritmos de redes muy eficientes (HUISMAN; VAN DUJIN, 2011). Según sus desarrolladores (BATAGELJ; MRVAR, 2010), Pajek es esencialmente una colección de procedimientos basados en seis tipos de datos: red, partición, *cluster*, vector, permutación y jerarquía. Si bien no cuenta con rutinas para realizar análisis estadísticos, existe la opción de descargar R o SPSS desde Pajek. Información más detallada sobre el programa puede encontrarse en Mrvar y Batagelj (2016) y en el curso Exploratory Social Network Analysis With Pajek (DE NOOY *et al.*, 2018).

Gephi es un software libre para Windows, Linux y Mac OS X que provee herramientas de exploración y visualización de redes interactivas. Permite a los analistas de datos relacionales revelar intuitivamente patrones y tendencias en las redes analizadas ya que combina distintas funciones para explorar, analizar, espacializar, filtrar, agrupar, manipular y exportar todo tipo de grafos. Este programa permite trabajar con redes muy grandes (alrededor de 20.000 nodos) y mostrar gráficos muy amplios en tiempo real.

## **Posibles contribuciones del ARS al estudio de los procesos de descarbonización y la producción de litio en Argentina**

En los últimos años han aumentado las investigaciones que emplean el ARS para estudiar cuestiones vinculadas al cambio climático, la gobernanza de recursos naturales y los procesos de descarbonización. Conocer la manera en que estos estudios aplican el enfoque de redes sociales es central para explorar cómo se podría utilizar el ARS en futuras investigaciones. En este apartado se presentan algunos ejemplos de publicaciones sobre la temática que fueron seleccionados a partir de la búsqueda de artículos científicos en el buscador Science Direct. Como resultado de la búsqueda se obtuvieron 81 artículos.

Teniendo en cuenta las herramientas y medidas detalladas en el apartado anterior, en el Cuadro 1 se muestran algunos de los resultados de la búsqueda, seleccionados y clasificados en función de los temas, del método de recolección de información, de las medidas calculadas y del software utilizado. En general, hay una producción considerable de estudios que utilizan ARS aplicando distintos enfoques teóricos y, muy frecuentemente, en combinación con otros métodos. A su vez, hay una tendencia a recolectar los datos relacionales desde bases de datos online y a calcular medidas de centralidad. Esta última puede relacionarse con la idea de que los actores más centrales son los más influyentes, por lo que habría que tenerlos muy en cuenta a la hora de analizar la gestión de las transiciones. Vale la pena mencionar que muchos de los estudios sistematizados proponen una serie de recomendaciones o sugerencias para mejorar y hacer más efectivas las transiciones.

**Cuadro 1 - Artículos seleccionados, ordenados en función del tema, método de recopilación de datos, medidas y software utilizado. Para las referencias bibliográficas ver Anexo**

TEMAS	Innovación tecnológica		(AALDERING <i>et al.</i> , 2019; DE PAULO <i>et al.</i> , 2020; LI <i>et al.</i> , 2018; MINAS <i>et al.</i> , 2020; SCHERRER <i>et al.</i> , 2020)
	Gobernanza ambiental		(DIGREGORIO <i>et al.</i> , 2019; KRATZER, 2018; PISANI <i>et al.</i> , 2020)
	Mitigación del cambio climático		(ORTEGA DÍAZ; GUTIÉRREZ, 2018; WILLIAMS <i>et al.</i> , 2015; LA-ANTTILA <i>et al.</i> , 2018)
	Transición energética		(BUTH <i>et al.</i> , 2019; DANZI <i>et al.</i> , 2019; FALCONE <i>et al.</i> , 2018; HACKING; FLYNN, 2016; KHARANAGH <i>et al.</i> , 2019)
	Conflicto		(WHISHART, 2019)
RECOPIACIÓN DE DATOS	Bases de datos online		(AALDERING <i>et al.</i> , 2019; DE PAULO <i>et al.</i> , 2020; LI <i>et al.</i> , 2018; WILLIAMS <i>et al.</i> , 2015)
	Encuestas y cuestionarios		(SUN <i>et al.</i> , 2015)
	Entrevistas		(KRATZER <i>et al.</i> , 2018)
	Fuentes secundarias		(WISHART, 2019)
	Métodos-mixtos	Datos secundarios + entrevistas o encuestas	(DAHER <i>et al.</i> , 2020; DI GREGORIO <i>et al.</i> , 2019; FALCONE <i>et al.</i> , 2018; HACKING; FLYNN, 2016; ORTEGA DÍAZ; GUTIÉRREZ, 2018; SCHERRER <i>et al.</i> , 2020; LA-ANTILLA <i>et al.</i> , 2018)
		Entrevistas o encuestas + dibujo de redes	(BUTH <i>et al.</i> , 2019; MINAS <i>et al.</i> , 2020)
Bases de datos + entrevistas o encuestas		(DANZI <i>et al.</i> , 2019; MANDER <i>et al.</i> , 2017)	

MEDIDAS	Centrality	(AALDERING <i>et al.</i> , 2019; DANZI <i>et al.</i> , 2019; FALCONE <i>et al.</i> , 2018; HACKING; FLYNN, 2016; SCHERRER <i>et al.</i> , 2020; SUN <i>et al.</i> , 2015)
	Medidas de la red (forma, densidad, jerarquía, afinidad) + centrality	(DI GREGORIO <i>et al.</i> , 2019; MANDER <i>et al.</i> , 2017; MINAS <i>et al.</i> , 2020)
	Block model, modularity y clustering (combinadas siempre con otros cálculos)	(DE PAULO <i>et al.</i> , 2020; LI <i>et al.</i> , 2018; PISANI <i>et al.</i> , 2020; WISHART, 2019)
	Nivel red + nivel nodos + nivel actores	(BUTH <i>et al.</i> , 2019; DAHER <i>et al.</i> , 2020)
SOFTWARE	UCINET	(DAHER <i>et al.</i> , 2020; FALCONE <i>et al.</i> , 2018; HACKING; FLYNN, 2016; MANDER <i>et al.</i> , 2017; PISANI <i>et al.</i> , 2020; WISHART, 2019)
	Gephi	(AALDERING <i>et al.</i> , 2019; DE PAULO <i>et al.</i> , 2020; KRATZER, 2018; LI <i>et al.</i> , 2018; MINAS <i>et al.</i> , 2020; PISANI <i>et al.</i> , 2020; WILLIAMS <i>et al.</i> , 2015; WISHART, 2019)
	Pajek	(DI GREGORIO <i>et al.</i> , 2019)

Fuente: Autoría propia.

Al momento de escribir este capítulo, los autores han avanzado en la aplicación del ARS en combinación con el marco de la justicia energética al estudio de la ecología política de la red de producción de litio en la Argentina. El litio se ha convertido en un elemento clave para los procesos de descarbonización por su capacidad para almacenar energía proveniente de fuentes renovables y por su utilización en los vehículos eléctricos. El propósito general de la investigación es analizar cómo se distribuyen el poder y los impactos socio-ambientales dentro de esta red de producción.

En la primera fase de este estudio se han descrito y analizado las injusticias producidas por la extracción de litio en la Puna argentina (ESCOSTEGUY *et al.*, en prensa). En la segunda fase se identificaron los actores vinculados a la red de producción de litio utilizando documentación secundaria (informes de empresas, de gobierno, artículos periodísticos, artículos académicos) y registros de campo. Entre los actores seleccionados se incluyeron 44 comunidades locales, 12 instituciones municipales, 24 instituciones provinciales, 13 instituciones nacionales y 20 empresas. Una vez identificados los actores, se realizó un diagrama que incluyó a todos los actores de la red y sirvió para elaborar algunas hipótesis acerca de las posibles relaciones entre actores y la naturaleza de las mismas. A su vez, este diagrama sirvió para situar a los actores en la escala en la que operan y para diseñar un instrumento de recolección de datos relacionales.

En una tercera fase, entonces, se elaboró un cuestionario orientado a investigar las relaciones entre actores. Entre los ejes que aborda el cuestionario se encuentran la influencia percibida, las relaciones entre actores, la valoración de las relaciones, las percepciones sobre la producción de litio y los factores que podrían afectar su participación dentro de la red de producción (ver Cuadro 2). En el cuestionario se incluyó una lista completa de todos los actores identificados para facilitar la respuesta de los encuestados.

**Cuadro 2 - Principales ejes y preguntas del cuestionario**

<b>Influencia percibida</b>	¿Cuánta influencia cree que tiene en la toma de decisiones sobre la producción de litio?
<b>Relaciones entre actores</b>	¿Se ha reunido o ha contactado con alguna de las siguientes instituciones? Si es así, indique (a) la frecuencia de las reuniones o contactos, (b) si fue posible el intercambio de información y (c) si la relación permitió una colaboración en la toma de decisiones.
<b>Valor de las relaciones</b>	¿Con qué actores cree que la interacción fue más y menos eficiente?
<b>Percepciones sobre litio</b>	¿Cree que la producción de litio generará desarrollo local? En ese caso, ¿cómo imagina ese desarrollo?
<b>Factores que pueden afectar negativamente</b>	¿Cuáles de estos factores podría afectar su organización? (a) falta de información, (b) marco legal incompleto, (c) situación económica nacional, (d) impactos ambientales, (e) impactos sociales, (f) conflictos, (g) otros.

Fuente: Autoría propia.

El objetivo principal del ARS es describir la red de producción de litio, es decir, señalar qué lugar ocupan los actores involucrados, cómo se relacionan entre ellos y qué perspectivas tienen sobre la producción de litio. Algunas medidas de toda la red y de centralidad serán claves como punto de partida para estudiar la ecología política del litio en Argentina. Con este análisis cuantitativo sobre las relaciones se intentará generar algunas preguntas de investigación orientadas a indagar el sentido que los actores atribuyen a dichas relaciones.

De esta manera, en una cuarta fase, será fundamental combinar el ARS con otras metodologías como la etnografía. Esto permitirá entender qué implicancias tiene la distribución de los actores a través la red y cómo se configuran, perciben y resisten las injusticias y asimetrías de poder dentro de la red de producción del litio. También se espera poder brindar recomendaciones normativas que aporten al desarrollo de políticas públicas, a la incorporación de las comunidades locales en la toma de decisiones y contribuyan a una mejor gestión del recurso.

## Conclusión

En este capítulo se presentó el método del ARS, comentando su origen y sus aplicaciones más frecuentes. También se desarrolló una presentación resumida de los conceptos y herramientas de los que se sirve el ARS para analizar la estructura social. Muchos de estos conceptos son utilizados para abordar las redes de relaciones que sostienen, impulsan o constriñen los procesos de descarbonización. Luego de una revisión de alrededor de 80 artículos científicos, se sistematizó la información más relevante mostrando algunos ejemplos útiles para futuras investigaciones sobre el tema. Finalmente, se exploró la forma en las que el ARS puede aplicarse en el caso de la producción de litio en Argentina.

La creciente cantidad de estudios de redes sociales vinculados a las transiciones energéticas responde al reconocimiento del potencial de considerar no sólo sus aspectos técnicos, sino también aquellos vinculados con el poder social, la economía, la cultura y los discursos. Hay un reconocimiento de la utilidad de las ciencias sociales, en conjunto con las ciencias biofísicas y las ingenierías, a la hora de abordar las problemáticas prácticas que emergen en los procesos de transición y en las políticas públicas orientadas a gobernar los sistemas de energía y reducir los impactos del cambio climático. Las relaciones entre los *stakeholders* y las redes que afectan positiva o negativamente a los procesos de gobernanza y gestión de los recursos naturales y los sistemas de energía se presentan como focos de investigación clave. En consecuencia, la potencialidad descriptiva y analítica de las redes sociales, vinculada a la perspectiva del marco de la justicia energética, aparecen como herramientas teóricas y metodológicas particularmente relevantes para el estudio y la gestión de los procesos de descarbonización y los objetivos englobados en la idea de transiciones justas y sustentables.

## Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen el apoyo de las siguientes instituciones: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Departamento de Geografía de la Universidad de Texas A&M, Red Suiza de Estudios Internacionales (SNIS) (Proyecto “LITHIUM”), CAPES-PVE/BRASIL Proc. 88881.068108/2014-01 (Proyecto “Impactos da Energia Eólica no Litoral do Nordeste”), y PRONEM FUNCAP/CNPq Proc. PNE 0112-00068.01.00/16 (Proyecto “Análise socioambiental da implantação de parques eólicos no Nordeste: perspectivas para a sustentabilidade da geração de energia renovável no Brasil”). Agradecemos a las comunidades locales que nos recibieron y, particularmente, a quienes nos brindaron su tiempo y charlaron con nosotros.

## Referencias

- BODIN, Ö.; CRONA, B. I. The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? **Global Environmental Change**, v. 19, n. 3, p. 366-374, 2009.
- BONACICH, P.; LLOYD, P. Eigenvector-like measures of centrality for asymmetric relations. **Social Networks**, n. 23, p. 191-201, 2001.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; JOHNSON J. C. **Analysing Social Networks**. SAGE Publications Ltd., 2018a.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN L. C. UCINET. *En*: ALHAJJ, R.; ROKNE, J., **Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining**, p. 3243-3249. Nueva York: Springer. 2018b.
- BORGATTI, S. P.; BRASS, D. Centrality: Concepts and Measures. *En*: Borgatti, S. P.; Brass D. (ed.), **Social Networks at Work**, 2020. p. 9-22.
- CARRINGTON, P. J.; SCOTT, J. Introduction. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON, P. J., **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**, Londres: SAGE Publications Ltd. 2011. p. 1-8.
- DE NOOY, W.; MRVAR, A. Y.; BATAGELJ, V. **Exploratory Social Network Analysis with Pajek**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- EMIRBAYER, M. Manifesto for a relational sociology. **American Journal of Sociology**, v. 103, n. 2, p. 281-317, 1997.
- ESCOSTEGUY, M.; DIAZ PAZ, W. F.; IRIBARNEGARAY, M. A.; CLAVIJO, A.; ORTEGA INSAURRALDE, C.; STERN, H.; VENENCIA, C. D.; BRANNSTROM, C.; HUFTY, M.; SEGHEZZO, L. Will electro-mobility encourage injustices? The case of lithium production in the Argentine Puna. *En*: NADESAN, M. H.; PASQUALETTI, M. J.; KEAHEY, J. (ed.). **Energy democracies for sustainable futures**. [s. l.]: Elsevier Science, 2022 en prensa.
- FREEMAN, L. C. Centrality in social networks: Conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, n. 3 p. 215-239, 1979.
- FREEMAN, L. C. **The development of Social Network Analysis**. A study in the sociology of science. Vancouver: Empirical Press, 2004.
- FREEMAN, L. C. The development of Social Network Analysis- with an emphasis on recent events. *En*: SCOTT, J.; CARRINGTON, P. J. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: SAGE Publications Ltd., 2011. p. 26-39.
- GIELEN, D.; BOSHELL, F.; SAYGIN, D.; BAZILIAN, M. D.; WAGNER, N.; GORINI, R. The role of renewable energy in the global energy transformation. **Energy Strategy Reviews**, v. 24, p. 38-50, 2019.
- HANNEMAN, R.; RIDDLE, M., **Introduction to Social Network Methods**. Riverside: University of California, 2005. Disponible en: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>. Último acceso: 15 feb. 2021.
- HANNEMAN, R.; RIDDLE, M. A brief introduction to analyzing social network data. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON P. J. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: SAGE Publications Ltd. 2011. p. 331-339.
- HUISMAN, M.; VAN DUIJN, M. A. J. A Reader's Guide to SNA Software. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON P. J., **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: SAGE Publications Ltd. 2011. p. 578-600

- MARSDEN, P. V. Survey Methods for Network Data. *En*: SCOTT, J.; CARRINGTON P. J., **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. 371-388. Londres: SAGE Publications Ltd, 2011.
- MCCAULEY, D.; RAMASAR, V.; HEFFRON, R. J.; SOVACOO, B. K.; MEBRATU, D.; MUNDACA, L. Energy justice in the transition to low carbon energy systems: Exploring key themes in interdisciplinary research. **Applied Energy**, v. 233, p. 916-921, 2019.
- MRVAR, A.; BATAGELJ, V. Analysis and visualization of large networks with program package Pajek. **Complex Adapt Systems Modeling**, v. 4, p. 6, 2016.
- NOOTEBOOM, B.; GILSING, V. Density and strength of ties in innovation networks: a competence and governance view. **ERIM Report series Research in management**, 2004.
- PRELL, C.; HUBACEK, K.; REED, M. Stakeholder Analysis and Social Network Analysis in Natural Resource Management. **Society & Natural Resources**, v. 22, n. 6, p. 501-518, 2009.
- SCOTT, J. Social Network Analysis. **Sociology**, v. 22, n. 1, p. 109-127, 1988.
- SCOTT, J. Software Review: A Toolkit for Social Network Analysis. **Acta Sociologica**, v. 39, n. 2, p. 211-216, 1996.
- SCOTT, J. Social Network Analysis. **A Handbook**. Londres: SAGE Publications Ltd, 2000.
- SOVACOO, B. K. Who are the victims of low-carbon transitions? Towards a political ecology of climate change mitigation. **Energy Research & Social Science**, v. 73, p.101916, 2021.
- SOVACOO, B. K.; BURKE, M.; BAKER, L.; KUMAR KOTIKALAPUDI, C.; WLOKAS, H. New frontiers and conceptual frameworks for energy justice. **Energy Policy**, v. 105, p. 677-691, 2017.
- SOVACOO, B. K.; MARTISKAINEN, M.; HOOK, A.; BAKER, L. Decarbonization and its discontents: A critical energy justice perspective on four low-carbon transitions. **Climatic Change**, v. 155, n. 4, p. 581-619, 2019.
- SOVACOO, B. K.; RYAN, S. E.; STERN, P. C.; JANDA, K.; ROCHLIN, G.; SPRENG, D.; PASQUALETTI, M. J.; WILHITE, H.; LUTZENHISER, L. Integrating social science in energy research. **Energy Research & Social Science**, v. 6, p. 95-99, 2015.
- STERN, P. C.; SOVACOO, B.K.; DIETZ, T. Towards a science of climate and energy choices. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 6, p. 547-555, 2016.
- WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social Network Analysis**. Methods and applications. Nueva York: Cambridge University Press, 1994.
- WELLMAN, B.; MARIN, A. Social Network Analysis: An introduction. *En*: SCOTT, J.; CARRINGTON P. J., **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: SAGE Publications Ltd, 2011. p. 11-25.
- ZOGRAFOS, C.; ROBBINS, P. Green Sacrifice Zones, or Why a Green New Deal Cannot Ignore the Cost Shifts of Just Transitions. **One Earth**, v. 3, n. 5, p. 543-546, 2020.

## Referencias de software

- Gephi: BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. **Third International AAAI Conference on Weblogs and Social Media**. v. 3, n. 1, 2009.
- NetDraw: BORGATTI, S. P. **NetDraw: Graph Visualization Software**. Harvard: Analytic Technologies, 2002.

Pajak: BATAGELJ, V.; MRVAR, A. **Pajak - Package for Large Networks**. Ljubljana: University of Ljubljana, 2010.

UCINET: BORGATTI, S. P., EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. **Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis**. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.

## Anexo: Referencias - Cuadro 1

AALDERING, L. J., LEKER, J.; SONG, C. H. Analysis of technological knowledge stock and prediction of its future development potential: The case of lithium-ion batteries. **Journal of Cleaner Production**, v. 223, p. 301-311, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.174>

BUTH, M. C.; WIECZOREK, A. J.; VERBONG, G. P. J. The promise of peer-to-peer trading? The potential impact of blockchain on the actor configuration in the Dutch electricity system. **Energy Research & Social Science**, v. 53, p. 194-205, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.02.021>

DAHER, B.; HANNIBAL, B.; MOHTAR, R. H.; PORTNEY, K. Toward understanding the convergence of researcher and stakeholder perspectives related to water-energy-food (WEF) challenges: The case of San Antonio, Texas. **Environmental Science & Policy**, v. 104, p. 20-35, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.020>

DANZI, C.; TESTA, G.; STELLA, G.; FOTI, V. T.; TIMPANARO, G. Potential and location of an anaerobic digestion plant using prickly pear biomass in semi-arid Mediterranean environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 249, p. 119396, 2020. **Error! A referência de hiperlink não é válida.** DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119396>

DE PAULO, A. F.; PORTO, G. S. Evolution of collaborative networks of solar energy applied technologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 204, p. 310-320, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.344>

DI GREGORIO, M.; FATORELLI, L.; PAAVOLA, J.; LOCATELLI, B.; PRAMOVA, E.; NURROCHMAT, D. R.; MAY, P. H.; BROCKHAUS, M.; SARI, I. M.; KUSUMADEWI, S. D. Multi-level governance and power in climate change policy networks. **Global Environmental Change**, v. 54, p. 64-77, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.10.003>

FALCONE, P. M.; LOPOLITO, A.; SICA, E. The networking dynamics of the Italian biofuel industry in time of crisis: Finding an effective instrument mix for fostering a sustainable energy transition. **Energy Policy**, v. 112, p. 334-348, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.036>

HACKING, N.; FLYNN, A. Networks, power and knowledge in the planning system: A case study of energy from waste. **Progress in Planning**, v. 113, p. 1-37, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2015.12.001>

KHARANAGH, S. G.; BANIHABIB, M. E.; JAVADI, S. An MCDM-based social network analysis of water governance to determine actors' power in water-food-energy nexus. **Journal of Hydrology**, v. 581, p. 124382, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124382>

KRATZER, A. Biosphere reserves as model regions for sustainability transitions? Insights into the peripheral mountain area Grosses Walsertal (Austria). **Applied Geography**, v. 90, p. 321-330, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.04.003>

LI, H. X.; PATEL, D.; AL-HUSSEIN, M.; YU, H.; GÜL, M. Stakeholder studies and the social networks of NetZero energy homes (NZEHS). **Sustainable Cities and Society**, v. 38, p. 9-17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.014>

- MANDER, S.; CUNNINGHAM, R.; LEVER, L.; GOUGH, C. Comparing Online and Offline Knowledge Networks of Carbon Capture and Storage. **Energy Procedia**, v. 114, p. 7326-7332, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1863>.
- MINAS, A. M.; MANDER, S.; MCLACHLAN, C. How can we engage farmers in bioenergy development? Building a social innovation strategy for rice straw bioenergy in the Philippines and Vietnam. **Energy Research & Social Science**, v. 70, p. 101717, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101717>.
- ORTEGA DÍAZ, A.; GUTIÉRREZ, E. C. Competing actors in the climate change arena in Mexico: A network analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 215, p. 239-247, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.056>.
- PISANI, E.; ANDRIOLLO, E.; MASIERO, M.; SECCO, L. Intermediary organisations in collaborative environmental governance: Evidence of the EU-funded LIFE sub-programme for the environment (LIFE-ENV). **Heliyon**, v. 6, n. 7, p. e04251, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04251>.
- SCHERRER, A.; PLÖTZ, P.; VAN LAERHOVEN, F. Power from above? Assessing actor-related barriers to the implementation of trolley truck technology in Germany. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 34, p. 221-236, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.01.005>.
- SUN, H.; ZHANG, Y.; WANG, Y.; LI, L.; SHENG, Y. A social stakeholder support assessment of low-carbon transport policy based on multi-actor multi-criteria analysis: The case of Tianjin. **Transport Policy**, v. 41, p. 103-116, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.01.006>.
- WILLIAMS, H. T. P.; MCMURRAY, J. R.; KURZ, T.; LAMBERT, H. F. Network analysis reveals open forums and echo chambers in social media discussions of climate change. **Global Environmental Change**, v. 32, p. 126-138, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.006>.
- WISHART, R. Class capacities and climate politics: Coal and conflict in the United States energy policy-planning network. **Energy Research & Social Science**, v. 48, p. 151-165, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.09.005>.
- YLÄ-ANTTILA, T.; GRONOW, A.; STODDART, M. C. J.; BROADBENT, J.; SCHNEIDER, V.; TINDALL, D. B. Climate change policy networks: Why and how to compare them across countries. **Energy Research & Social Science**, v. 45, p. 258-265, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.06.020>.