



LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA EN EUROPA, AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Hacia una transición energética ambientalmente
sostenible y justa



Energytran

PROYECTO ENERGYTRAN

Cooperación de infraestructuras de investigación para la transición energética entre países europeos y de América Latina y el Caribe

© Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)
C/ Bravo Murillo, 38, 2815 Madrid, España
➔ oei.int

Publicado en Diciembre de 2025

Corrección ortotipográfica:
Ana Hernández Pereira

Diseño y maquetación:
Botánico Estudio

ISBN: 978-84-86025-73-1

Contacto:
Dirección General de Educación Superior
y Ciencia, Secretaría General OEI
educacion.superior@oei.int

El informe “Recomendaciones políticas sobre el impacto social y la sostenibilidad ambiental de la transición energética” ha sido elaborado con la participación de las siguientes personas:

Coordinación del informe:
Ana Capilla
Paula Sánchez-Carretero
Paula Arranz Sevillano
Esther Lence Tallón
Daniel Llanos

Este informe ha sido elaborado como proceso de sistematización tras la realización –y teniendo en cuenta el contenido, las conclusiones y recomendaciones– de los Eventos Virtuales Temáticos “*The social*

impact of the energy transition” y “*Towards an environmentally sustainable energy transition*”

“ENERGYTRAN Project, is funded by the European Union. Views and opinions expressed are, however, those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.”



El informe se publica como contribución a los gobiernos nacionales de los países iberoamericanos, al sistema de cooperación internacional y a la sociedad civil en general.

Por lo tanto, se autoriza la reproducción siempre que se cite la fuente y se realice sin ánimo de lucro.

Esta publicación debe citarse como:
Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) en el marco del proyecto ENERGYTRAN. “Recomendaciones políticas sobre el impacto social y la sostenibilidad ambiental de la transición energética”, Madrid, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2025



Índice

Presentación	4
1 Impacto social de la transición energética	6
1.1 La dimensión social de la transición energética	6
1.2 La justicia territorial y transición energética en el espacio iberoamericano	9
1.3 Política industrial y transición energética en el espacio iberoamericano	12
1.4 Políticas públicas para la transición energética justa en el espacio iberoamericano	16
1.5 Ciencia abierta y transición energética en el espacio iberoamericano	19
2 Sostenibilidad ambiental y transición energética	23
2.1 Los retos de una transición energética ambientalmente sostenible	23
2.2 La medición del impacto ambiental de la transición energética	27
2.3 Soluciones a los retos ambientales de la transición energética	30
2.4 Políticas y normativas para la transición hacia la energía verde	36
3 Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética	41
4 Conclusiones y recomendaciones	51

Presentación

Este informe se enmarca dentro del Proyecto ENERGYTRAN¹ de Cooperación Científica entre Europa y América Latina y el Caribe para la Transición Energética.

El proyecto ENERGYTRAN surge como una plataforma de cooperación birregional entre la Unión Europea y América Latina y El Caribe, orientado a fortalecer la investigación, innovación y políticas públicas en materia energética. A través de un enfoque multidisciplinario que abarca aspectos tecnológicos, sociales y de sostenibilidad, ENERGYTRAN busca contribuir a una transición energética justa y sostenible, facilitando la integración de energías limpias en ambas regiones y promoviendo una mayor resiliencia frente a los desafíos globales. Este proyecto está financiado por el programa europeo *Horizon* e involucra un consorcio heterogéneo e interdisciplinario compuesto por once instituciones de investigación: Argentina, Costa Rica, Chile, España, México y Portugal, así como dos Consorcios Europeos de Infraestructura de Investigación (ERIC), con presencia, además de en España y Portugal, en Alemania, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Eslovenia, Francia, Grecia, Italia y Países Bajos.

En el proyecto, se llevó a cabo una primera publicación *Recomendaciones Políticas sobre Tecnología y Género para la Transición Energética*², en donde se abordó el papel de la tecnología en la transición energética con especial atención en el litio, hidrógeno verde y energía solar en Latinoamérica y Europa desde una perspectiva de género. Esta publicación constó de tres documentos: un documento introductorio a modo de resumen con las principales recomendaciones políticas; un informe que aborda la cooperación científica centrada en la exploración de las tecnologías, las políticas y las prácticas innovadora para la transición energética; y, un tercer artículo sobre mujeres y transición energética.

Como continuación a esa publicación, ahora se presentan las *Recomendaciones políticas sobre impacto social y ambiental de la transición energética* que consta de dos documentos: un primer documento a modo de resumen con las principales recomendaciones políticas para incorporar la perspectiva ambiental y social en la transición energética y, un segundo documento, con el informe que aquí se expone: *La Cooperación Científica en Europa, América Latina y el Caribe para la Transición Energética: hacia una transición energética ambientalmente sostenible y justa*.



¹ <https://energytran.oei.int>

² Recomendaciones políticas sobre tecnología y género para la transición energética: el papel de la tecnología en la transición energética con especial atención al litio, al hidrógeno verde y a la energía solar en latinoamérica y Europa desde una perspectiva de género. Proyecto Energytran (Organización de Estados Iberoamericanos)

Este informe incluye, por un lado, el análisis del impacto social de la transición energética: su dimensión social, aspectos relacionados con la justicia territorial, las políticas públicas para una transición justa y la ciencia abierta.

Por otro lado, se abordan los mecanismos que contribuyen hacia una transición energética ambientalmente sostenible: los retos ambientales de la transición energética, su análisis y medición, las soluciones para afrontarlos y las políticas que pueden contribuir a su desarrollo.

Este documento sistematiza las principales reflexiones y conclusiones de dos Eventos Temáticos Virtuales³ realizados en el marco del proyecto ENERGYTRAN: *El impacto social de la transición energética*, celebrado los días 17 y 18 de octubre de 2024, y *Hacia una sostenibilidad ambiental de la transición energética*, celebrado los días 8 y 9 de octubre de 2025.

En el primer evento, se llevaron a cabo seis paneles:

- Dimensión social de la transición energética.
- Transición energética y justicia territorial en Iberoamérica.
- Transición energética e igualdad de género.
- Política industrial.
- Políticas públicas y transición energética en Iberoamérica.
- Ciencia abierta y transición energética.

Los paneles incluidos en el segundo evento fueron:

- Desafíos de una transición energética sostenible.
- Impacto ambiental de las energías renovables.
- Soluciones a los desafíos ambientales en la transición energética.
- Políticas y regulaciones para la transición energética verde.

Además, se ha sistematizado también en un apartado diferente el evento sobre *Participación ciudadana en la transición energética*, realizado en Argentina el 29 de abril de 2025⁴.

Por último, se ha incorporado un apartado de conclusiones y recomendaciones que han servido de base para la elaboración del documento de síntesis de “Recomendaciones Políticas” que forma parte de la publicación *Recomendaciones políticas sobre impacto social y ambiental de la transición energética*.

³ Las grabaciones de los eventos están disponibles en: <https://energytran.oei.int>

⁴ Información disponible también en <https://energytran.oei.int>

1

Impacto social de la transición energética

1.1 La dimensión social de la transición energética

La transición energética no puede abordarse únicamente desde una óptica tecnológica o climática, sino que debe integrar de forma prioritaria la justicia territorial y social. En el contexto iberoamericano, este desafío implica repensar las relaciones entre energía, territorio y comunidades, superando el modelo fósil que ha sustentado el crecimiento global y el consumo energético masivo durante los últimos siglos.

El actual cambio energético, –al igual que el proceso histórico que condujo al sistema fósil–, conlleva riesgos significativos si no se gestiona con criterios de igualdad, solidaridad y planificación territorial. Una de las claves reside en sustituir el modelo basado en grandes economías de escala y dependencia global, por uno que privilegie la auto-suficiencia conectada: la capacidad de cada comunidad para cubrir sus necesidades básicas (energía, agua, alimentos), mediante recursos de proximidad, recurriendo a redes externas solo cuando sea necesario, siendo fundamental la combinación con instalaciones de media-gran escala de energía renovables.

Aunque las políticas de transición justa suelen centrarse en el empleo, la experiencia demuestra que los conflictos más agudos no derivan de la reconversión laboral –que resulta técnicamente abordable–, sino del rechazo social hacia las nuevas infraestructuras visibles, como aerogeneradores y plantas fotovoltaicas, de manera particular en territorios rurales. Este rechazo obedece a factores identitarios, paisajísticos, de impacto en los ecosistemas y de gobernanza.

En este contexto, se plantea un enfoque de corresponsabilidad territorial, en el que el despliegue de energías renovables se convierta en una oportunidad de desarrollo endógeno y emancipación social. Para ello, se propone:

- Priorizar el autoconsumo y el uso de zonas urbanas degradadas.
- Evitar la ocupación de suelos con valor agrícola o ecológico sin una adecuada planificación.
- Aplicar criterios de proximidad, biodiversidad y salud ecológica.
- Fomentar la participación comunitaria en la planificación y distribución de beneficios del sistema energético.
- Establecer compromisos por parte de los operadores renovables con medidas que favorezcan los territorios, tanto en términos ambientales como socioeconómicos.

A pesar de las dificultades, algunas experiencias indican que las alianzas con los territorios pueden mejorar la aceptación social sin comprometer de forma sustancial la rentabilidad del modelo. En este sentido, la transición energética será verdaderamente justa si logra devolver la energía al territorio, no solo como recurso técnico, sino como instrumento de soberanía, cohesión y desarrollo local.

La transición energética enfrenta desafíos profundos no solo en el plano técnico y ambiental, sino especialmente en su dimensión social. Los casos de Chile y Argen-

1. Impacto social de la transición energética

tina, desde contextos distintos, reflejan tensiones comunes entre justicia ambiental, pobreza energética e impactos territoriales asociados al proceso de transformación energética.

Experiencia 1

Chile: entre zonas de sacrificio y nuevas apuestas extractivas

En Chile, la transición energética se desarrolla en un entorno marcado por la existencia de zonas de sacrificio: territorios fuertemente industrializados y contaminados –como Quintero, Puchuncaví, Huasco o Tocopilla–, donde las comunidades han experimentado altos niveles de afectación a la salud y al entorno.

A pesar del avance significativo en la descarbonización (con un 40% de la matriz energética ya proveniente de fuentes renovables), persisten interrogantes sobre el carácter justo del proceso. El cierre progresivo de centrales a carbón no ha ido necesariamente acompañado de medidas efectivas de reconversión laboral o reparación ambiental, lo que genera una percepción de continuidad en la vulnerabilidad de estos territorios.

En este contexto, se han formulado propuestas de gobernanza participativa y estrategias para una transición socioecológica justa. No obstante, emergen nuevas tensiones vinculadas a la expansión de industrias como el hidrógeno verde y la explotación de litio en salares. Estos proyectos, considerados estratégicos, tienden a replicar esquemas extractivistas sin planificación territorial ni consulta efectiva a las comunidades, especialmente pueblos indígenas, lo que plantea desafíos significativos en términos de sostenibilidad y equidad.

Experiencia 2

Argentina: pobreza energética en el contexto de crisis estructural

En Argentina, la transición energética se ve atravesada por una crisis económica persistente, así como por altos niveles de pobreza energética. En regiones como el norte y noreste del país, donde convergen temperaturas extremas y vulnerabilidad social, amplios sectores de la población carecen de acceso a servicios energéticos básicos.

La necesidad de compatibilizar la incorporación de tecnologías limpias con la garantía de acceso universal a la energía se vuelve crucial. En muchos casos, los hogares enfrentan situaciones en las que deben optar entre cubrir el costo energético o satisfacer otras necesidades básicas como la alimentación.

Diversas experiencias territoriales han demostrado que es posible avanzar en soluciones sencillas basadas en energías renovables (como los sistemas solares térmicos), que permiten mejorar la calidad de vida y promover la justicia social, incluso en contextos de escasos recursos. Estas iniciativas subrayan el papel de la ciencia y la innovación como herramientas clave para la inclusión energética.

1. Impacto social de la transición energética

A modo de conclusión, podemos señalar que el análisis comparado de los casos de Chile y Argentina evidencia que la transición energética no será justa si no incorpora de manera estructural las dimensiones social y territorial. Es necesario transformar los enfoques de planificación energética hacia modelos que prioricen los derechos, la equidad, la participación y la reparación de desigualdades históricas.

La justicia climática y energética solo será alcanzable si se articula con la justicia ambiental, social y económica en los territorios, especialmente en aquellos más afectados por procesos previos de degradación y exclusión. Esta reflexión ofrece claves relevantes para el debate global, incluyendo posibles aprendizajes y contrastes con el contexto europeo.



> La dimensión social de la transición energética: justicia, inclusión y soberanía energética

La transición energética no puede entenderse únicamente desde una perspectiva técnica o económica. Es imprescindible integrar una dimensión social que contemple la justicia social, la equidad territorial, la soberanía energética y la sostenibilidad ambiental. Este enfoque es especialmente relevante en contextos como el latinoamericano, donde múltiples desafíos convergen y se superponen.

- **Fragmentación comunitaria y ausencia de recursos institucionales**

En diversas comunidades, especialmente rurales e indígenas, se observan estructuras sociales complejas y fragmentadas, con múltiples formas de liderazgo local. La ausencia de un vínculo claro para establecer procesos colaborativos se ve agravada por el debilitamiento de instituciones académicas y tecnológicas, que históricamente han desempeñado un papel clave como intermediarias entre el conocimiento científico y las necesidades sociales. Sin recursos adecuados, estas instituciones enfrentan limitaciones para acompañar transformaciones profundas.

- **Desigualdades energéticas estructurales**

La pobreza energética en América Latina y el Caribe adopta formas distintas a las observadas en otras regiones como Europa. En muchas comunidades, el problema no es la eficiencia o el ahorro, sino el acceso inicial a servicios energéticos básicos como cocinar, calentar agua o conservar alimentos. Las soluciones renovables deben, por tanto, ser económicamente viables, técnicamente apropiadas y culturalmente aceptables. Asimismo, es fundamental que las comunidades participen desde el inicio en los procesos de toma de decisiones, fortaleciendo su autonomía y apropiación de los sistemas energéticos.

- **Necesidad de una transición justa, inclusiva y planificada a largo plazo**

La reconfiguración de la matriz energética exige una planificación sostenida con horizontes de entre diez y veinte años, incorporando enfoques de equidad territorial, género y participación ciudadana. Esta transición no puede volver a recaer sobre territorios históricamente sacrificados. Es necesario construir modelos energéticos desde la autonomía local y la redistribución equitativa de los beneficios, evitando reproducir nuevas versiones del extractivismo bajo una fachada verde (green washing).

1. Impacto social de la transición energética

- **El riesgo del exceso de expectativas en las renovables y la “estética del paisaje”**

En ciertos debates internacionales se perciben tensiones entre el despliegue de energías renovables y la percepción de una amenaza al paisaje. Algunas visiones proyectan sobre el territorio valores identitarios o nostálgicos, sin reconocer que el sistema fósil ya ha producido una profunda degradación ambiental. Existe el riesgo de frustración social si se depositan expectativas excesivas en las energías renovables como solución emancipadora, sin abordar de forma paralela las desigualdades estructurales y la injusticia espacial.

- **Contradicciones territoriales y zonas de sacrificio**

La noción de “zona de sacrificio” adquiere distintas formas según el contexto: en algunos países europeos, se relaciona con regiones devastadas por la industria pesada; en América Latina y el Caribe, con territorios marginados del acceso a la energía o intervenidos por grandes infraestructuras sin consulta previa ni beneficios compartidos. La transición energética no puede replicar estas lógicas de exclusión. Por tanto, se hace necesario repensar los modelos de gobernanza energética para que articulen justicia, inclusión y una relación equilibrada con los territorios.

Como conclusión a este apartado, se puede señalar que la transición energética no será justa si no es profundamente social. Requiere una democratización de la energía que respete la diversidad territorial, garantice el acceso equitativo y promueva modelos sostenibles desde lo local. Solo así podrá convertirse en una verdadera herramienta de emancipación y no en una nueva forma de desigualdad verde.

1.2 La justicia territorial y transición energética en el espacio iberoamericano

Una de las cuestiones claves en el contexto iberoamericano es si la transición energética puede avanzar integrando plenamente el principio de justicia territorial. Desde una perspectiva que busca adoptar una visión panorámica y, al mismo tiempo, sensible a las realidades locales –más allá de los centros de decisión y poder–, se plantea la necesidad de repensar profundamente la relación entre energía, territorio y sociedad.

La transición energética actual representa un cambio histórico de gran magnitud. El sistema tecno-fósil ha facilitado el crecimiento demográfico y económico, pero también ha generado profundas disfunciones: crisis climática, pérdida de biodiversidad, deterioro de los sistemas alimentarios y una creciente desconexión entre ciudad y territorio.

Ante el agotamiento del modelo fósil, comienza a perfilarse un paradigma alternativo basado en la autosuficiencia conectada. Este enfoque propone satisfacer las necesidades básicas (energía, agua, alimentos) a escala local, recurriendo a redes externas solo de forma complementaria. El objetivo es sustituir las lógicas de economías de escala y centralización por modelos territoriales más sostenibles, descentralizados y resilientes.

Aunque las políticas de transición justa se han centrado históricamente en el empleo, diversos análisis coinciden en que los principales conflictos emergen del rechazo social a las infraestructuras renovables, particularmente en áreas rurales. A diferencia del sistema fósil, las tecnologías renovables son más visibles en el paisaje, lo que suscita

1. Impacto social de la transición energética

resistencias vinculadas a la identidad, la cultura y la gobernanza territorial, e incluso pueden generar menos empleo u otras formas de “beneficio directo”.

Frente a ello, se plantea la necesidad de reintegrar la energía en el territorio, promoviendo un metabolismo energético territorial similar al que caracterizaba a las civilizaciones agrícolas. Esta aproximación vincula energía, biodiversidad, agricultura y desarrollo local, favoreciendo modelos energéticos integrados en los ecosistemas y en las dinámicas sociales locales.

Entre las propuestas concretas, destacan:

- Priorizar el autoconsumo, el uso de suelos urbanos degradados y la planificación a escala local.
- La planificación de instalaciones a escala más amplia para que haya mayor diversificación entre comunidades y regiones.
- Aplicar el principio de saturación territorial y asegurar la participación comunitaria desde el inicio.
- Tener en cuenta la cuestión de los impactos acumulativos y efectos sinérgicos de los diferentes proyectos que se instalan en un territorio más allá de las evaluaciones de impacto que principalmente se centran proyecto a proyecto.
- Establecer obligaciones claras para que las empresas del sector renovable contribuyan al desarrollo endógeno, fomentando la biodiversidad, fortaleciendo el tejido social y garantizando una redistribución equitativa de beneficios.
- Incorporar el concepto de emancipación social territorial, entendiendo la energía no solo como un recurso de abastecimiento, sino también como herramienta de empoderamiento comunitario.

Como conclusión a esta sección, se puede señalar que la viabilidad de una transición energética justa en el espacio iberoamericano depende de la capacidad para construir alianzas territoriales, implementar planificación participativa y aplicar criterios de proximidad, autonomía y justicia ecológica. Este enfoque permite reconectar los sistemas energéticos con los territorios, transformando la transición energética en una oportunidad de regeneración social y ecológica.

Experiencia 3

Chile: un modelo que presenta tensiones estructurales

Retomando la experiencia anteriormente comentada de Chile, la descarbonización ha conllevado el cierre progresivo de centrales termoeléctricas a carbón, pero sin mecanismos integrales de reconversión laboral ni de restauración socioambiental para las comunidades afectadas. Las estrategias nacionales en curso contemplan elementos como la gobernanza intersectorial, la participación territorial y la planificación a largo plazo. No obstante, el modelo energético sigue presentando tensiones estructurales. Por una parte, la apuesta por sectores emergentes como el hidrógeno verde y la extracción de litio continúa replicando lógicas extractivistas asociadas a impactos territoriales significativos; por otra, se registran resistencias locales ante proyectos que amenazan ecosistemas sensibles, como los salares del norte del país.

Experiencia 4

Argentina: contexto de crisis económica y desigualdad territorial

En el caso de Argentina, la transición energética se ve condicionada por un contexto de crisis económica estructural y fuertes desigualdades territoriales. En regiones del noreste y noroeste del país, más del 70% de los hogares experimentan pobreza energética, caracterizada por la falta de acceso a servicios básicos como electricidad, agua caliente o refrigeración adecuada. Esta situación obliga a muchas familias a elegir entre cubrir necesidades energéticas o alimentarse.

Las energías renovables descentralizadas –como la solar térmica o el uso de biomasa–, ofrecen oportunidades concretas para mejorar las condiciones de vida en comunidades vulnerables. Sin embargo, el limitado respaldo institucional, la ausencia de políticas de largo plazo y la fragilidad del sistema científico-tecnológico obstaculizan la implementación y escalabilidad de estas soluciones en el actual escenario político y económico.

La transición energética en el espacio iberoamericano avanza en términos de descarbonización y adopción de energías renovables, pero continúa enfrentando profundas tensiones sociales, territoriales y ambientales que ponen en entredicho su carácter justo e inclusivo.

A modo de conclusión para esta sección podemos decir que la transición energética evidencia que no basta con sustituir fuentes energéticas: es necesario transformar las estructuras que perpetúan desigualdades sociales y territoriales. La incorporación efectiva de la justicia ambiental, la participación comunitaria y la planificación territorial resultan imprescindibles para lograr una transición verdaderamente justa y sostenible en el espacio iberoamericano.



Transición energética ¿para quién?

La transición energética no puede abordarse únicamente como un proceso técnico de sustitución de fuentes en la matriz energética. Se trata de un proceso profundamente político y social, atravesado por disputas sobre el acceso, el control y los beneficios derivados de la energía. La pregunta clave que articula esta reflexión es: ¿transición energética para quién?

Sin políticas activas orientadas a la justicia territorial, la participación real de las comunidades y la garantía de derechos sociales y ambientales, la transición energética corre el riesgo de perpetuar –o, incluso, intensificar– las desigualdades estructurales preexistentes. Una transición energética verdaderamente justa exige transformar no solo las fuentes de energía, sino también los modelos de gobernanza, las relaciones de poder y los paradigmas de desarrollo.

En este sentido, los desafíos de la transición energética en el espacio iberoamericano están intrínsecamente vinculados a la justicia territorial, social y ambiental. Uno de los principales retos radica en equilibrar la urgencia de descarbonizar las economías con la necesidad de garantizar derechos, autonomía y bienestar a las comunidades

1. Impacto social de la transición energética

locales, particularmente aquellas históricamente excluidas como pueblos originarios y sectores rurales empobrecidos.

En América Latina y el Caribe, la pobreza energética adopta formas extremas. Muchas comunidades carecen de acceso estable, asequible y sostenible a servicios energéticos básicos. Frente a esta realidad, la implementación de soluciones renovables debe guiarse por principios de apropiación comunitaria, bajo coste, simplicidad técnica y adecuación cultural. Sin embargo, la escasez de recursos y el debilitamiento del financiamiento público, incluyendo a las instituciones científicas y educativas que han desempeñado un rol clave en la articulación territorial, limitan seriamente el desarrollo de estas soluciones.

Se plantea la necesidad de establecer políticas energéticas de largo plazo (diez a veinte años) que incorporen justicia social, equidad de género, soberanía energética y sostenibilidad ecológica. Estas políticas deben reconocer el derecho de las comunidades a participar en la toma de decisiones sobre la implantación y gestión de proyectos energéticos, asegurando la adecuación a sus realidades sociales, culturales y económicas. Incluso se propone la copropiedad de proyectos de renovables a gran escala con la población local.

En el contexto europeo, especialmente en España, también emergen tensiones entre la necesidad de mitigar el cambio climático y la preservación del paisaje. Territorios rurales, afectados por procesos de despoblamiento o presión agroindustrial, expresan resistencias a albergar instalaciones renovables. Se destaca la paradoja de que muchas de estas regiones, a pesar de producir bienes energéticos y alimentarios para el conjunto del sistema, no reciben una redistribución proporcional de los beneficios, mientras que las zonas de mayor consumo energético no asumen en la misma medida los impactos territoriales de la transición.

Ambos contextos, Europa y América Latina y el Caribe, revelan una raíz común: la desigualdad estructural de los procesos de transición energética cuando no se integran principios de equidad, justicia territorial y participación efectiva.

Repensar la transición energética implica adoptarla como un proceso situado, profundamente vinculado a la transformación de las relaciones sociales y territoriales. No se trata solo de sustituir las fuentes de energía, sino de transformar las estructuras de poder que han reproducido desigualdades. La energía debe concebirse como un bien común, cuyo acceso, gestión y beneficios estén distribuidos de forma equitativa y democrática.



1.3 Política industrial y transición energética en el espacio iberoamericano

El debate sobre política industrial en el contexto de la transición energética iberoamericana cobra renovada relevancia en el escenario pospandemia, con un papel creciente del Estado en la promoción de transiciones energéticas justas, sostenibles y soberanas. La atención se centra en cómo distintos países de la región están gestionando la transformación de sus recursos naturales estratégicos –como el litio– en capacidades productivas, tecnológicas e institucionales.

1. Impacto social de la transición energética

Los enfoques nacionales en torno al litio dentro del denominado Triángulo del Litio (Bolivia, Argentina y Chile) son diversos:

- Bolivia ha adoptado una estrategia estatal con control público del recurso y un modelo de integración vertical (desde la extracción hasta la producción de baterías). Aunque esta visión apunta a un control soberano de la cadena de valor, sus resultados hasta ahora han sido limitados.
- Chile ha desarrollado una política orientada a una mayor captura de renta y valorización del litio, mediante renegociación de contratos, fortalecimiento de centros de investigación y desarrollo (I+D) y la puesta en marcha de una Estrategia Nacional del Litio. Esta estrategia busca un equilibrio entre intervención estatal y atracción de inversión privada.
- Argentina, en cambio, presenta un enfoque más liberalizado, con normativas provinciales que favorecen un entorno muy abierto a la inversión extranjera. Sin embargo, este modelo carece de una estrategia nacional integrada y de políticas industriales robustas que orienten el desarrollo tecnológico y social asociado al litio.

Estos casos reflejan la necesidad de superar la lógica extractivista histórica mediante políticas productivas verdes que integren tres objetivos fundamentales: desarrollo de capacidades tecnológicas, apropiación equitativa de la renta y sostenibilidad socioambiental. De hecho, se observa cómo la descarbonización global abre oportunidades para redefinir cadenas de valor (por ejemplo, en el hidrógeno verde). Este proceso exige repensar la industrialización no como un retorno a modelos del pasado, sino como una oportunidad para participar activamente en las transiciones tecnológicas globales. La política industrial verde, en este marco, debe construirse con un enfoque territorial, democrático y con visión estratégica a largo plazo.

Por otro lado, la reflexión crítica sobre el papel de los bienes comunes en la transición energética resalta las posibilidades y límites de formas de gobernanza alternativas frente a la crisis ecosocial. Esto implica explorar modelos de gestión energética basados en principios de justicia, cooperación y solidaridad, más allá de las lógicas tradicionales del mercado o del Estado, situando la transición en una perspectiva poscapitalista.

La transición energética en el espacio iberoamericano no puede reducirse a una simple sustitución de tecnologías. Requiere decisiones estratégicas sobre modelos de desarrollo, gobernanza del conocimiento, distribución de beneficios y sostenibilidad. La política industrial verde en América Latina enfrenta el doble reto de insertarse en redes globales de valor y, al mismo tiempo, fomentar capacidades endógenas, inclusión social y resiliencia ecológica.

Experiencia 5

Chile: el caso de la estrategia del litio

En la última década, la política industrial ha resurgido como herramienta clave en América Latina, impulsada por la necesidad de redefinir el papel del Estado ante cambios económicos y geopolíticos. En Chile, tradicionalmente marcado por un legado neoliberal, se observa una tendencia hacia una mayor intervención estatal en secto-

1. Impacto social de la transición energética

res estratégicos vinculados a la transición energética, como el cobre, el litio y el hidrógeno verde.

Este cambio se explica por dos factores fundamentales:

Fin del crecimiento basado en el superciclo de commodities⁵. Tras la pandemia, el bajo crecimiento económico ha impulsado la búsqueda de nuevos motores de desarrollo y fuentes de ingresos fiscales.

Cambio del contexto internacional. La reactivación de políticas industriales activas en economías avanzadas ha legitimado modelos mixtos, incluso en países con tradición de mercado libre.

En este contexto, se han puesto en marcha estrategias sectoriales como la Estrategia Nacional del Litio, la Estrategia de Hidrógeno Verde y la Política Nacional Minera. Aunque estas iniciativas presentan ventajas comparativas –como la disponibilidad de energías renovables, la presencia de minerales críticos y capacidades institucionales heredadas– también enfrentan desafíos importantes:

- **Fragmentación institucional.** Las políticas operan de manera aislada, sin una gobernanza articulada.
- **Captura de intereses y falta de continuidad política.** Cambios de gobierno y presión de grupos económicos comprometen la estabilidad de las políticas.
- **Débil desarrollo de capacidades estatales.** Las capacidades técnicas y regulatorias siguen siendo limitadas en sectores emergentes.
- **Conflictos socioambientales.** La falta de mecanismos de gobernanza inclusiva y consulta territorial genera resistencias sociales.

Experiencia 6 Aprendizajes desde Asturias (España)

En contraste, el caso de Asturias (España) ofrece un enfoque complementario. Esta región, con un pasado industrial y minero, ha experimentado una desindustrialización profunda desde los años 80, lo que consolidó cierta resistencia social frente a políticas ambientales percibidas como restrictivas. La transición energética se ha visto afectada por la hostilidad hacia el ecologismo en áreas rurales y por la dificultad de implantar energías renovables sin conflictos territoriales.

La experiencia asturiana aporta claves relevantes para diseñar una transición energética e industrial justa. Esta transformación se articula en torno a tres ejes:

Impulso a industrias verdes. El desarrollo de sectores como la fabricación de aerogeneradores o instalaciones solares se apoya en una infraestructura industrial preexistente y en una cultura laboral orientada a la industria.

5

Un superciclo de materias primas (commodities) se refiere a un periodo prolongado de precios persistentemente altos para una amplia gama de productos básicos, que se extiende más allá de las tendencias normales a corto o mediano plazo.

1. Impacto social de la transición energética

Reutilización de infraestructuras industriales en declive. Espacios como minas abandonadas o polígonos industriales están siendo reconvertidos para nuevos usos sostenibles, lo que favorece la revitalización económica y social.

Descarbonización de industrias tradicionales. Procesos complejos, como la conversión de grandes plantas siderúrgicas hacia el uso de hidrógeno verde, muestran el potencial de transformación industrial con apoyo institucional y participación social.

Ambos contextos muestran que la transición energética y la política industrial verde no pueden abordarse exclusivamente desde la lógica de los recursos o del crecimiento económico. Requieren mecanismos de gobernanza inclusiva, capacidades institucionales robustas y una atención constante a los impactos territoriales y sociales para fomentar un desarrollo equitativo y legítimo.

De ambos casos se pueden extraer las siguientes lecciones aprendidas:

Centralidad del Estado. Existe consenso sobre la necesidad de una intervención estatal activa, aunque con enfoques diversos respecto a su alcance.

Impacto del legado histórico. La memoria de reconversiones fallidas incide en la percepción pública y la legitimidad de nuevas políticas industriales.

Valor sociocultural del empleo industrial. El empleo industrial sigue asociado a prestigio y cohesión social, debido, entre otras razones, a la historia de la región, de tradición e identidad industrial, lo que facilita su aceptación cuando se vincula a nuevas industrias verdes.

Integración territorial. Algunas localidades combinan políticas industriales con estrategias culturales y educativas para revertir procesos de despoblación, reforzando la cohesión territorial.

Aprovechamiento de identidades locales. Las trayectorias industriales previas pueden facilitar procesos de transformación productiva si se articulan con nuevas narrativas de sostenibilidad.

Construcción de capacidades institucionales. La transición energética requiere no solo inversión, sino también gobernanza, cooperación técnica y visión estratégica a largo plazo.

Dimensión sociocultural. El éxito de la transición pasa por generar empleos de calidad, fortalecer el orgullo local y construir imaginarios colectivos en torno a la sostenibilidad.

En conjunto, la transición ecológica puede ser una oportunidad para una reindustrialización justa, anclada en la historia local y proyectada hacia el futuro.

1.4 Políticas públicas para la transición energética justa en el espacio iberoamericano

> Dimensión social y contextos culturales de las políticas públicas

Para que la transición energética sea justa y sostenible a largo plazo, es fundamental establecer un marco normativo que integre de manera efectiva las dimensiones sociales, ambientales y culturales de este proceso. La ausencia de una regulación apropiada podría obstaculizar significativamente el avance hacia una transformación verde y los esfuerzos en la lucha contra el cambio climático. Desde esta perspectiva, las políticas públicas en el espacio iberoamericano no solo deben garantizar el éxito de dicha transición, sino también generar beneficios sociales tangibles para toda la población.

Al situar la dimensión social de la transición energética al mismo nivel que los objetivos de descarbonización, se podrían prevenir nuevos conflictos socioecológicos o evitar la exacerbación de los ya existentes. Del mismo modo, un diálogo abierto y fluido entre todos los grupos de interés implicados en el cambio de paradigma energético podría dar lugar a modelos de gobernanza que armonicen los intereses locales, regionales y nacionales, garantizando así la viabilidad política de este proyecto.

Aunque gran parte del debate político sobre la transición energética se desarrolla en los ámbitos nacional e internacional, muchos de los esfuerzos y de los efectos más tangibles se manifiestan en el nivel municipal y local. En este sentido, al diseñar e implementar políticas públicas, es fundamental considerar los contextos culturales heredados, que pueden tanto facilitar como dificultar los procesos de transformación. En España, por ejemplo, se han impulsado líneas de ayuda y subvenciones destinadas a la recuperación del patrimonio en zonas rurales con pasado industrial, con el objetivo de revalorizar la identidad sociocultural asociada a la minería y proyectar un futuro para estos territorios más allá de su legado histórico.

Casos como el del Principado de Asturias, en España, donde se están llevando a cabo este tipo de iniciativas y que jugaron un papel central en la generación energética y el desarrollo industrial a lo largo del siglo pasado, demuestran una notable capacidad de transformación y la voluntad de reorientarse según las demandas de la transición ecológica. Durante décadas, la identidad y la economía asturianas estuvieron estrechamente ligadas a industrias de alto impacto ambiental, como la minería y la siderurgia. Sin embargo, a partir de los años ochenta, la región sufrió una traumática desindustrialización, lo que generó resistencia hacia las políticas medioambientales y a la implantación de energías renovables.

En los últimos años, ha surgido una nueva ola de reindustrialización verde que aprovecha la tradición laboral local y se centra en la producción de componentes clave para la transición energética, como aerogeneradores e infraestructuras fotovoltaicas. Esta transformación ha permitido reconvertir empleos vinculados al carbón en empleos verdes. A esto se suman diversos proyectos de restauración de pasivos ambientales, que han generado gran interés, ya que no solo han servido para recuperar ecosistemas y mejorar la calidad del agua, la gestión de residuos y el bienestar humano, sino que también son vistos como una base para nuevos desarrollos socioeconómicos.

1. Impacto social de la transición energética

De esta forma, se ha logrado superar desafíos históricos y resistencias culturales a la transición energética.

> **El rol de las entidades públicas, instituciones locales, y sinergias entre administraciones y gobiernos**

La transferencia de responsabilidades y tareas a las entidades e instituciones a nivel regional y local requiere que los Estados aseguren una adecuada asignación de recursos económicos tanto a los ayuntamientos como a otras instituciones locales. Asimismo, se debe tener en cuenta que las nuevas industrias de energías limpias, como la del hidrógeno verde, pueden impactar severamente los planes de desarrollo territorial y la oferta de servicios públicos en áreas rurales. Iniciativas como el proyecto "Atlas de Utopías" demuestran el valor de establecer un diálogo de aprendizaje entre municipios y ciudades para promover una transición justa, social, feminista y democrática en términos de energía. "Atlas de Utopías"⁶ es una panorámica de experiencias de transformación comunitaria a nivel mundial en los ámbitos del agua, la energía y la vivienda. Presenta 32 comunidades de 19 países que están creando soluciones radicales a las crisis sistémicas de carácter económico, social y ecológico de nuestro planeta.

No obstante, persiste una tensión latente entre la necesidad de fomentar la participación social y la urgencia de cumplir con los estrictos plazos vinculados al cambio climático y la transición energética. Es por ello, que, en este contexto, la colaboración entre organizaciones civiles, cooperativas y distintas administraciones resulta fundamental para convertir la energía en un derecho transversal, capaz de redefinir la agenda política y facilitar la construcción de nuevas alianzas y modelos de gobernanza inclusivos y sostenibles. La transferencia de información y conocimiento en materia de transición energética debe regirse por principios de innovación, eficacia y eficiencia. Los principios de innovación, eficacia y eficiencia en energía se centran en desarrollar nuevas tecnologías y prácticas para optimizar el uso de los recursos energéticos, reducir el consumo y minimizar el impacto ambiental. La innovación impulsa la eficiencia, que a su vez mejora la eficiencia y conduce a un futuro energético más sostenible. No se trata únicamente de determinar qué contenidos se transmiten, sino de establecer cómo se comunican.

El cambio que se pretende lograr no solo requiere la adopción de nuevas tecnologías, sino también la capacidad de adaptar dichas innovaciones a las particularidades de cada territorio y a la dimensión humana. En este sentido, los memorandos de entendimiento para cooperar en transición energética justa y descarbonización del sector energético son una herramienta clave para promover el intercambio de conocimiento, información, experiencia y buenas prácticas entre los países de Iberoamérica. Recientemente países como Chile y España han firmado y ratificado este tipo de acuerdos con el objetivo de aprender de la experiencia del otro y fomentar el intercambio de buenas prácticas.



6 <https://transformativecities.org/es/atlas-of-utopias/>

> Participación pública, ciudadana y de los trabajadores en la transición energética

Por otro lado, se ha comprobado que mecanismos como concursos y convocatorias abiertas pueden generar impulsos significativos para la innovación en el ámbito de las políticas públicas. Un ejemplo destacado son los concursos de nudos de transición justa llevados a cabo en Andalucía, España, orientados a adjudicar capacidad de acceso a la red eléctrica liberada tras el cierre de centrales térmicas o nucleares. Los concursos de nudos de transición justa son procesos competitivos para adjudicar la capacidad de acceso a la red eléctrica liberada por el cierre de centrales térmicas o nucleares, permitiendo la conexión de nuevas instalaciones de energías renovables en esas zonas. Estos concursos buscan impulsar la transición energética de manera equitativa, priorizando proyectos con mayor impacto socioeconómico y menor impacto ambiental en la zona afectada por el cierre.

Estos procesos han generado impactos socioeconómicos positivos en los territorios implicados, al exigir a las empresas participantes la presentación de proyectos con beneficios directos para las comunidades locales. Este enfoque ha propiciado una competencia virtuosa, centrada en el desarrollo de energías renovables e iniciativas industriales sostenibles. Además, se han incorporado criterios sociales específicos, como la obligación de cumplir con un porcentaje mínimo de empleo femenino.

Una transición energética bien diseñada puede impulsar el desarrollo de otros sectores claves de la economía. Las estrategias que han demostrado ser efectivas incluyen la creación de bolsas de trabajo y nuevas oportunidades laborales para los trabajadores salientes de la industria minera, el asesoramiento profesional, la formación y reconversión laboral, y ayudas económicas directas a los afectados, como los acuerdos de prejubilación. Esta forma de abordaje contrasta con la instalación de renovables que generan poco empleo y en las que algunos sectores de la población exponen que además impacta de forma negativa en empresas locales, sobre todo las relacionadas con el turismo rural.

Asimismo, las políticas públicas y el marco institucional de la transición energética deben contribuir a preservar el tejido productivo y la vida en el mundo rural del espacio Iberoamericano. Esto implica optimizar los beneficios de la transformación ecológica mediante la dinamización económica y social de esas zonas, identificando y corrigiendo desequilibrios socioeconómicos preexistentes como la dependencia de una única fuente de energía, los monocultivos o las deficiencias en materia de infraestructura.

Por último, es crucial evaluar la capacidad real de los países del Sur Global para reindustrializarse en industrias emergentes como el hidrógeno verde, y si esta priorización, desvía recursos de iniciativas más directamente vinculadas a una transición socioecológica justa. De igual forma, es fundamental involucrar a la ciudadanía en proyectos locales de menor escala en áreas como la economía circular, el sector agroalimentario o el turismo rural, donde los beneficios de la transición energética sean tangibles y permitan una apropiación directa por parte de la población.

1.5 Ciencia abierta y transición energética en el espacio iberoamericano

En el marco del panel dedicado a la Ciencia Abierta y la Transición Energética en el Espacio Iberoamericano, se destaca que la transición energética es uno de los mayores desafíos globales del siglo XXI, lo que exige el compromiso de todos los sectores de la sociedad y de todas las regiones del mundo. Ante este reto, resulta imprescindible encontrar soluciones innovadoras y eficaces que permitan alcanzar los objetivos climáticos y energéticos. En este contexto, se subraya el papel crucial que desempeña la ciencia, y en particular la ciencia abierta, como una herramienta clave para fomentar el progreso tecnológico y social.

La ciencia abierta se posiciona como un instrumento fundamental para facilitar el acceso a datos, resultados de investigación y procesos de innovación, promoviendo una mayor colaboración entre científicos, ingenieros, formuladores de políticas públicas y otros actores estratégicos. Esta cooperación es esencial para el desarrollo de tecnologías limpias y sostenibles, así como para fortalecer la confianza de la sociedad civil en los procesos de transformación energética. En este sentido, se plantea que la ciencia abierta puede funcionar como una verdadera palanca que acelere una transición energética más inclusiva, rápida y eficaz, al mismo tiempo que impulsa un sistema energético global más resiliente y responsable.

La labor de las redes académicas en América Latina y el Caribe destacan por su papel en el fortalecimiento de la ciencia, la educación y la innovación a través de la conectividad digital. La trayectoria por ejemplo de RedCLARA, organización que desde hace más de veinte años desarrolla y opera la única red de internet avanzada de Latinoamérica, conectando las redes nacionales de investigación y educación de varios países de la región con sus pares en el resto del mundo. Esta red no solo promueve la interconexión, sino que también articula esfuerzos en torno a una conectividad significativa orientada al desarrollo sostenible.

La importancia de estas infraestructuras se contextualiza en relación con las tres transiciones identificadas como prioritarias por la Unión Europea: la transición verde, la digital y la justa. Asimismo, se abordaron las llamadas “tres trampas” que dificultan el desarrollo en América Latina y el Caribe: la trampa de la transformación productiva lenta, la trampa de la desigualdad persistente y la trampa de la insostenibilidad ambiental. Ante estos desafíos, se resalta el rol estratégico de las infraestructuras digitales como herramientas de articulación y sinergia.

En este marco, el proyecto *BELLA II*⁷, impulsado en el contexto de la Alianza Digital entre la Unión Europea y América Latina y el Caribe. Esta alianza no solo promueve la infraestructura digital, sino también programas de observación de la Tierra como *Copernicus*, aceleradores de inversiones digitales y procesos de diálogo político y armonización regulatoria liderados por instituciones regionales. A través del proyecto *BELLA II*, se busca fortalecer y expandir un ecosistema digital abierto y sostenible que fomente la colaboración entre universidades, centros de investigación, empresas y redes académicas, con un alto impacto social y una clara contribución a la reducción de la brecha digital.

1. Impacto social de la transición energética

Finalmente, se destacan diversas iniciativas impulsadas por las redes académicas de la región, como colaboraciones científicas en materia de cambio climático, educación superior, telemedicina, transformación digital, ciberseguridad, blockchain y cómputo avanzado. Se subraya la importancia de articular actores públicos, privados, académicos y de la sociedad civil para consolidar consorcios orientados a objetivos comunes. Asimismo, existen estrategias específicas como la observación de la Tierra y la implementación de la Academia Copernicus, dirigidas al desarrollo de capacidades y gestión del conocimiento en clave abierta y colaborativa.

Experiencia 7

Red latinoamericana de repositorios digitales científicos de acceso totalmente abierto

Esta experiencia concreta de articulación regional en torno a la ciencia abierta, mediante el desarrollo de una red latinoamericana de repositorios digitales científicos de acceso totalmente abierto permite la recolección y difusión amplia de publicaciones científicas producidas en la región, y forma parte de un esfuerzo mayor por consolidar bienes públicos regionales en el ámbito del conocimiento. La red surge en el marco de una colaboración estructurada en torno a programas de cooperación digital, y se vincula con otras líneas de trabajo como la observación de la Tierra y el cómputo avanzado.

En este ámbito, resalta el trabajo conjunto con una red de centros de cómputo de alto desempeño en América Latina, con el objetivo de establecer sinergias con capacidades europeas. Estas acciones refuerzan el enfoque colaborativo y abierto, contribuyendo a la construcción de capacidades científicas compartidas para enfrentar desafíos como la transición energética.

Experiencia 8

Salar de Maricunga (Chile)

Este caso destaca como ejemplo del impacto territorial y ambiental de los proyectos de extracción de litio en un paisaje extremadamente frágil y valioso desde el punto de vista ecológico, cultural y socioeconómico. El caso se enmarca en un esfuerzo de investigación orientado a comprender mejor la interacción entre los proyectos de energías limpias y los territorios donde se localizan, particularmente en zonas de alta vulnerabilidad frente al cambio climático y otros procesos de transformación.

Uno de los principales aprendizajes de este caso es la necesidad de visibilizar los territorios afectados por estos proyectos desde una mirada integral. Se destaca que muchos de estos paisajes, aunque remotos, son únicos, con ecosistemas específicos no replicables, y poseen un alto valor biológico, arqueológico y cultural.

En particular, se debe enfatizar que los salares no deben entenderse como entornos deshabitados, ya que albergan comunidades humanas históricas, biodiversidad singular, y relaciones ecológicas sensibles que pueden verse seriamente alteradas por la explotación minera.

1. Impacto social de la transición energética

Desde la perspectiva de la ciencia abierta, resulta importante generar y compartir información accesible y comprensible para todos los actores del territorio, incluidos aquellos que tradicionalmente han sido invisibilizados por los procesos de evaluación ambiental. En este sentido, se planteó como uno de los principales desafíos el definir adecuadamente las escalas y áreas de influencia de los proyectos, superando la fragmentación establecida por la legislación actual y adoptando criterios integrados que reconozcan las interrelaciones entre los componentes abióticos, bióticos y sociales del territorio.

Finalmente, señalar que una comprensión más amplia del área de influencia puede abrir oportunidades para una mejor inserción territorial de los proyectos, facilitando una evaluación más transparente de sus impactos y beneficios, y fortaleciendo la legitimidad de los procesos de transición energética. Este enfoque, –que integra conocimiento científico, saberes locales y participación activa de las comunidades–, se alinea plenamente con los principios de la ciencia abierta y con los objetivos de una transición energética justa y sostenible.

> La Ciencia abierta como motor clave para fortalecer los procesos de transición energética en Iberoamérica

Existen diversas experiencias y reflexiones en torno a la ciencia abierta como motor clave para fortalecer los procesos de transición energética en Iberoamérica. Se considera la necesidad de representar adecuadamente los impactos territoriales de los proyectos energéticos, superando el lenguaje técnico o abstracto habitual en las evaluaciones. Se destaca que muchas veces, las representaciones gráficas o normativas no reflejan la magnitud real de las intervenciones sobre el paisaje y los territorios habitados. En este sentido, se subraya la importancia de incorporar el conocimiento local y territorial desde la etapa de diseño, articulando múltiples proyectos complementarios a distintas escalas que aseguren una integración efectiva con el entorno social, cultural y ambiental.

Experiencia 9

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España y su apuesta por las Plataformas Temáticas Interdisciplinarias (PTI)

Son estructuras flexibles orientadas a abordar desafíos sociales, económicos y medioambientales de alta complejidad. En particular, destacar la PTI de Ciencia Digital, centrada en el desarrollo de capacidades en ciencia de datos, herramientas de *software*, sistemas inteligentes y seguridad digital, teniendo como eje transversal la ciencia abierta. Esta plataforma no solo promueve la producción y difusión de conocimiento, sino que también ofrece apoyo técnico, consultoría, formación y vinculación con redes europeas, como la European Open Science Cloud.

La ciencia abierta no debe limitarse a la publicación de resultados, sino que debe incluir el ciclo completo de vida de los datos, desde su generación hasta su interpreta-

1. Impacto social de la transición energética

ción. Esta visión implica una transformación profunda en las prácticas investigadoras, especialmente en áreas como las humanidades, donde compartir materiales de archivo o procesos metodológicos aún presenta resistencias o limitaciones.

Por otra parte, entre los principales retos de la ciencia abierta en el marco de la transición energética destacan la gestión de la propiedad intelectual, la confidencialidad tecnológica, la protección de datos y la articulación entre lo abierto y lo comercial. No obstante, se coincide en que el cambio de paradigma ya está en marcha y que existen grandes oportunidades para avanzar en colaboración interdisciplinar, especialmente entre universidades e instituciones científicas iberoamericanas.

La formación surge como uno de los pilares esenciales para que la ciencia abierta sea efectiva. Se reconoce la existencia de importantes brechas de acceso a la conectividad, a herramientas digitales y a competencias técnicas y blandas. Por ello, se resalta la necesidad de compartir recursos educativos, impulsar programas conjuntos entre universidades de la región y promover el acceso abierto a cursos, datasets y conocimientos, incluyendo los datos generados por programas como *Copernicus*.

Finalmente, se subraya la dimensión social de la ciencia abierta en relación con la transición energética. Se enfatiza que la accesibilidad no se limita al acceso técnico, sino que debe considerar también las capacidades de comprensión de los distintos actores del territorio. Además, esto tiene también un impacto político en las posibilidades efectivas de participación de las comunidades locales en los procedimientos de evaluación y seguimiento ambiental. La ciencia debe traducirse y comunicarse de forma clara y comprensible, de modo que contribuya a generar transparencia, confianza pública y legitimidad social en los procesos de transformación energética.

2

Sostenibilidad ambiental y transición energética

2.1 Los retos de una transición energética ambientalmente sostenible

Este apartado examina las complejidades de lograr un futuro energético verdaderamente sostenible. Ofrece una perspectiva histórica sobre la sostenibilidad, analizando su evolución y las interconexiones entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Explora la justicia y la sostenibilidad en las cadenas de suministro de minerales críticos, utilizando el litio como estudio de caso para destacar las tensiones entre las aspiraciones locales y las exigencias normativas europeas. Y, por último, enfatiza las dimensiones sociales y políticas de las transiciones energéticas, argumentando que satisfacer las necesidades energéticas humanas dentro de los límites planetarios requiere priorizar la demanda sobre la producción impulsada por el mercado.



El concepto de sostenibilidad desde una perspectiva histórica en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Realmente los ODS no son solo objetivos, sino que con el tiempo se han convertido en instrumentos para lograr la sostenibilidad, la transformación y, también, en el marco de nuestro lenguaje sobre qué entendemos por sostenibilidad.

Si observamos la historia, veremos que el término “desarrollo sostenible” apareció en la literatura científica alrededor de 1980 y, por primera vez, en una publicación en 1987 (Informe Brundtland; *Nuestro futuro común*). Esto significa que fue necesario tiempo para que el concepto y su significado evolucionaran y para que se incorporaran todos los contenidos de este concepto tan rico de sostenibilidad, hasta llegar al concepto que tenemos hoy, que abarca temas como la paz, la igualdad, la igualdad de género, la desigualdad religiosa, el hambre cero, pero también aspectos ambientales como la vida submarina o la vida en la tierra. Así que se convierte en algo muy complejo.

Si se buscan las definiciones del concepto de sostenibilidad en diferentes idiomas, la sostenibilidad puede entenderse como un objetivo social, puede verse como una configuración de una sociedad humana, o incluso como un principio de acción. Esta “tensión” en lenguaje demuestra que la sostenibilidad aún no está del todo clara, y aquí radica su riqueza.

Intentar abrazar esta complejidad y riqueza de la sostenibilidad es lo que se ha buscado con los ODS: hambre cero, paz, igualdad de género, reducción de desigualdades, educación de calidad, clima, comportamiento de producción y consumo, etc. La gran dificultad que tenemos con los ODS es que se necesita avanzar en todos ellos porque son interdependientes, y esto requiere lo que llamamos una acción integrada.

Por eso, el enfoque claro es mapear los ODS y observar las sinergias y compensaciones entre ellos: el progreso en un área puede apoyar o afectar el progreso en otras.

2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

Un ejemplo de ello es la relación entre energía y clima. Desarrollar energía asequible y limpia (ODS 7) puede contribuir a la acción climática (ODS 13) reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Otro ejemplo es el uso del suelo y el medio ambiente, ya que limitar el aumento de la temperatura global (ODS 13) puede contribuir a lograr el hambre cero (ODS 2) y mejorar la salud (ODS 3) fortaleciendo la resiliencia del sistema alimentario y frenando enfermedades. También hay compensaciones: un ejemplo es la intersección entre la producción y el consumo y el capital natural, como la producción de alimentos frente a la salud marina, donde al aumentar la producción de alimentos para lograr el hambre cero (ODS 2) puede llevar a la sobrepesca y afectar a los ecosistemas marinos. Si miramos la agenda actual a nivel internacional, debemos abordar estas intersecciones. Uno de los grandes mensajes del Green Deal europeo es precisamente observar las interacciones entre los ODS.

En lo que respecta específicamente a la transición energética, estamos observando la intersección entre producción y consumo y los ODS relacionados con el capital natural. Concretamente, la interacción entre los ODS 7, 8, 9, 10, 11 (producción y consumo) y los ODS 13, 14, 15 (capital natural). Así, por ejemplo, el desarrollo en la transición energética de las baterías de litio, cuentan con el reto de su reciclaje siendo un problema que impacta el capital natural.

> Explorando la justicia y la sostenibilidad de la transición energética

Europa está actualmente atravesando muchas tensiones que podrían retrasar las ambiciones climáticas de la transición energética, pero, aun así, se entiende que esas ambiciones climáticas se mantienen. Concretamente, se sigue promoviendo el crecimiento de la electromovilidad y los vehículos eléctricos, a pesar de los desafíos relacionados con los costes. Esto explica las proyecciones que indican que la demanda de litio seguirá aumentando. De hecho, se plantea abrir minas en Europa, aunque esto enfrenta obstáculos no solo económicos, sino también medioambientales. También el reciclaje de baterías podría cubrir parte de su demanda en el futuro lejano.

Experiencia 10

El caso de la cadena de suministros de minerales críticos, como es el caso del litio

En términos de demanda, los países latinoamericanos seguirán siendo los principales socios comerciales y proveedores de litio para Europa, lo que les otorga una importancia estratégica. Chile es el principal proveedor, cubriendo aproximadamente el 80% de la demanda europea. Le sigue Argentina, que está aumentando rápidamente su producción.

Si observamos la curva global de costes, Chile y Argentina se encuentran en la parte más baja de la curva. Esto indica que en los próximos cinco a diez años, mientras el litio siga siendo el mineral clave para la tecnología dominante de baterías, la demanda continuará y los países latinoamericanos tendrán un papel muy relevante en la transición energética europea.

2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

¿Cuál es el principal problema? La extracción de litio en Chile o Argentina se realiza en salares que contienen salmueras ricas en litio y, su explotación, afecta el equilibrio dinámico del sistema hídrico y puede alterar la disponibilidad de agua superficial. Además, termina impactando en la flora, fauna y biodiversidad de los salares, que son ecosistemas muy frágiles en zonas áridas. Eventualmente también afecta a las comunidades indígenas que tradicionalmente han vivido de esos salares. Asimismo, cabe resaltar en este punto la incertidumbre que existe al respecto por la falta de datos y de consenso sobre los instrumentos técnicos con los que medir el impacto hídrico como los modelos hidrogeológicos, siendo este además un argumento de la necesidad de fomentar la investigación científica pública-independiente.

Los problemas de sostenibilidad están presentes en la transición energética, pero las previsiones de demanda, como ocurre como con el uso del litio, siguen creciendo. El problema principal hoy en día es que existen muchas incertidumbres. Y esto también influye en los umbrales de protección y permisos otorgados.

Si observamos la agenda entre la Unión Europea y América Latina, la nueva agenda tuvo un hito en la Cumbre UE-CELAC de 2023⁸. A partir de ahí se firmaron memorandos de entendimiento y se priorizaron agendas en las que se prima la necesidad de agregar valor en los países latinoamericanos y un enfoque basado en riesgos (prevención, mitigación y compensación).

Sin embargo, cuando se analizan los temas implicados, por ejemplo, el tema de la huella hídrica que es crucial en el caso del litio, no aparece con tanta fuerza. Sí aparece la huella de carbono (por ejemplo, en el Reglamento Europeo de Baterías).

Otros temas que tampoco están suficientemente abordado en la legislación europea son el consentimiento libre, previo e informado. Es llamativo que este tema no se mencione ni se priorice, además de otros asuntos como los déficits de gobernanza en los países productores. Cuando una autoridad tiene que aprobar un proyecto, sería necesario determinar qué estudios necesita para asegurar que se está aplicando el principio de precaución y que no va a generar otros problemas desconocidos.

Por tanto, en lo que respecta a la agenda biregional sobre minerales críticos, esta se encuentra muy centrada en temas de sostenibilidad y diligencia, pero no considera ni prioriza tanto los temas legales, como tampoco aspectos concretos como la huella hídrica o el consentimiento de las comunidades indígenas, que están muy poco presentes en el Reglamento Europeo de Baterías. Por otro lado, hay una gran necesidad de mayor investigación y certificación para asegurar una extracción responsable.

Finalmente, la innovación tecnológica –como en el caso de la extracción directa del litio que se presentará más adelante– puede ser una solución a los problemas ambientales, pero, además de abordar las incertidumbres mencionadas, también requiere legitimidad social. ¿Cómo se logra esa legitimidad? Desarrollando tecnología internamente, de forma conjunta e involucrando a las comunidades.



> La transición energética frente a los límites planetarios

Existe una dependencia evidente que nos mantiene utilizando petróleo y combustibles fósiles hasta el punto de que el 80 % de la producción energética mundial sigue dependiendo de los combustibles fósiles y, esta situación es una de las causas fundamentales del cambio climático. El informe *Production Gap Report 2025*⁹ establece que, de los veinte principales países productores de combustibles fósiles, solo seis están desarrollando actualmente escenarios para la producción nacional de combustibles fósiles alineados con los objetivos de cero emisiones netas a nivel nacional y global. Es decir, la mayoría sigue planificando una producción de combustibles fósiles en niveles que no son coherentes con los Acuerdos de París¹⁰.

En paralelo, el cambio climático no solo ya tiene efectos a nivel ambiental y social sino también desde una perspectiva económica. Si hablamos desde el punto de vista del Sur Global, todos sus efectos se ven de manera significativa multiplicados.

Es en este sentido, donde cobra especial relevancia analizar la influencia que tiene el consumo per cápita a nivel global en la demanda de energía para poder valorar la sostenibilidad del sistema de producción actual y la necesidad de transformarlo para que sea más justo y sostenible (ambiental, social y económicamente). ¿Qué pasaría si incorporásemos realmente todos los costes del sistema energético basado en combustibles fósiles, es decir, no solo sus costes de producción sino sus costes ambientales, sociales, etc.?

El informe *From Cradle to Grave*¹¹ adopta un enfoque innovador al trazar todo el ciclo de vida de los combustibles fósiles mostrando como su uso genera efectos negativos más allá de su combustión o extracción. La energía que se obtiene de los combustibles fósiles es cada vez más cara. De hecho, hay yacimientos de los que se extraer energía con balance energético negativo, es decir, que la energía que se requiere para su extracción es mayor de la que se obtiene. Y desde un punto de vista económico, dependen en algunos casos de los subsidios gubernamentales. Para transformar este escenario, las energías renovables resultan imprescindibles. Aun así, no representan ni el 6 % de la energía consumida por los seres humanos en el mundo. Además, hay que tener en cuenta que las energías renovables no están exentas de huella ambiental: en su fabricación, en su ubicación y en su mantenimiento. Ejemplo de ello es la explotación del litio y su huella hídrica, el efecto de los grandes parques eólicos en la biodiversidad, los residuos que generan los grandes aerogeneradores o los grandes parques de paneles solares. Los paneles solares tienen una vida útil de entre 20 y 30 años y se estima que para mediados de este siglo se habrán puesto en circulación unos 78 millones de toneladas de paneles solares con la gran cantidad de residuos tóxicos y minerales que eso implica.

Por otro lado, es necesario velar por el espíritu de la legislación ambiental (por ejemplo, de un espacio natural protegido), que frente a la urgencia de la transición energética puede verse amenazada con fines de explotación de un recurso, aunque este sea renovable.

9 2025 Report - Production Gap.

10 El Acuerdo de París | CMNUCC.

11 De la cuna a la tumba: los daños de los combustibles fósiles en la salud y el imperativo de una transición justa (2ª edición) - The Global Climate and Health Alliance.

Como conclusión, es obvio que necesitamos una transición hacia energías limpias. Lo que sería conveniente revisar es cuánta energía se necesita realmente porque si no, estaremos trasladando la problemática relativas a los límites del desarrollo del modelo anterior al nuevo modelo basado en energías renovables.

Tal y como se indica en otras partes de este informe y también se señaló en la primera publicación predecesora al mismo sobre *Recomendaciones Políticas sobre Tecnología y Género para la Transición Energética*, es crucial que la transición energética no se considere únicamente como un cambio impulsado por el desarrollo tecnológico. Es también necesario poner el foco de atención en el consumo energético, lo que implica también un cambio de comportamiento, apelando a incluso a la priorización de valores como sociedad y de paradigma, reconfigurando tanto el sistema socioeconómico como el marco jurídico.

En este sentido, las necesidades energéticas pueden verse reducidas dependiendo del estado de bienestar que establezcamos como sociedad. Jackson et al. (2022)¹² calcularon que se necesitan 75 GJ. por persona al año para alcanzar los nueve indicadores aceptados globalmente que definen el bienestar humano (actualmente el uso de energía per cápita a nivel mundial es de 23,400 KWh, 84.24 GJ)¹³. El gran reto es la gran heterogeneidad en la distribución territorial, por lo que una de las cuestiones más prioritarias a abordar sería la necesidad de distribuir de forma más equitativa el acceso a la energía empezando por el Norte Global: no solo la energía basada en fósiles, sino toda la energía basada en fuentes renovables que, como hemos visto anteriormente, no está exenta de impacto ambiental.

Los objetivos de electrificar y mejorar la eficiencia energética no resultan suficientes. Las nuevas tecnologías deben combinarse con objetivos de sostenibilidad y equidad, así como con una fuerte decisión ciudadana, política y social de adaptar la producción y el consumo de energía.

2.2 La medición del impacto ambiental de la transición energética

Las energías renovables son claves para la transición hacia un sistema energético más sostenible. Aunque su impacto ambiental es menor que el de las fuentes no renovables, desafíos como el uso del suelo, la alteración de ecosistemas y la generación específica de residuos aún requieren una gestión cuidadosa. En ese apartado se examinan estos impactos. Por un lado, se centra en las evaluaciones de sostenibilidad y el análisis de Ciclo de Vida en contextos europeos y latinoamericanos. También se aborda la disponibilidad de materias primas críticas, la influencia de las cadenas de suministro y métricas de sostenibilidad específicas según el contexto. Por último, se

¹² Jackson, R.B., Ahlström, A., Hugelius, G., Wang, C., Porporato, A., Ramaswami, A., Roy, J. & Yin, J. (2022). Human well-being and per capita energy use. *Ecosphere*, 13(4).

¹³ U.S. Energy Information Administration (2025); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2025); Population based on various sources (2024) – with major processing by Our World in Data.

exploran herramientas de código abierto para evaluar impactos directos e indirectos, apoyando decisiones de política pública sostenible.

> **Las evaluaciones de sostenibilidad: los indicadores de sostenibilidad en Europa y América Latina**

Debido a las diferencias en infraestructura y contexto socioeconómico entre Europa y América Latina a la hora de evaluar la sostenibilidad ambiental de la transición energética en ambas regiones, es necesario aplicar indicadores específicos para cada una de ellas. Los indicadores ambientales o ecoindicadores como la huella de carbono y energética son globales, pero otros, como la biodiversidad o la toxicidad, requieren enfoques más localizados. ¿Cuáles son los principales desafíos al comparar, por tanto, ecoindicadores? ¿Cómo se pueden superar estos desafíos?

Por un lado, no es posible comparar tecnologías diferentes simplemente por el hecho de que cumplan con la misma funcionalidad. No se puede equiparar directamente una fuente de calor con una fuente de electricidad por ser fuentes de energía que aportan una misma función.

Además, es esencial contar con herramientas metodológicas adecuadas y con protocolos de armonización para garantizar la coherencia y fiabilidad de los análisis. Son necesarios protocolos que tengan gran coherencia metodológica, para que las comparaciones sean posibles, robustas y fiables. Los sistemas híbridos al combinar dos fuentes de energía presentan desafíos metodológicos específicos.

América Latina y el Caribe necesitan avanzar en bases de datos para realizar análisis robustos y, aunque las metodologías europeas estén más consolidadas, también se requiere profundizar en las tecnologías emergentes.

Asimismo, determinar umbrales críticos de impacto ambiental es complejo. No solo se debe poner el foco de atención en la producción de energía, sino también consumirla de forma sostenible. La concienciación sobre el consumo sostenible es clave. Será difícil alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 si no se reduce la demanda energética. Aunque existen buenas metodologías de medición, el enfoque debe incluir también el consumo sostenible. Por otro lado, hay que tener en cuenta los impactos negativos en terceros países. El problema energético es global y requiere decisiones integrales.

> **El análisis de Ciclo de Vida en contextos europeos y latinoamericanos**

Los análisis tradicionales del Ciclo de Vida (metodología que evalúa los impactos ambientales desde la extracción de sus inputs hasta su disposición final) capturan adecuadamente los impactos ambientales en contextos europeos y latinoamericanos, como es, por ejemplo, desde un punto de vista metodológico en el caso de la huella de carbono o la huella energética. Sin embargo, otros indicadores como la toxicidad, incluso el paisaje, la biodiversidad, etc., pueden requerir otras metodologías. Por ello, las metodologías del Ciclo de Vida deben complementarse con otras como el análisis social, económico y cultural, resultando de gran importancia la inclusión de indicadores del impacto sociocultural de las iniciativas/proyectos de transición.

2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

Por otro lado, al abordarlo desde un punto de vista de simulación de procesos, se generan datos de inventario que pueden ser representativos de la tecnología tanto para Europa como para América Latina y el Caribe. El matiz geográfico diferenciador viene al implementar estos inventarios y querer realizar una caracterización ambiental, económica y social. Entonces es donde hay que tener esa disposición para diferenciar entre los contextos nacionales y regionales.

Por lo tanto, en el caso de tecnologías nuevas, se generan datos de inventario mediante simulaciones de procesos. Estos datos pueden adaptarse a diferentes contextos, pero la caracterización ambiental, económica y social debe considerar las particularidades locales.

Asimismo, el análisis de Ciclo de Vida debe proporcionar información para la toma de decisiones sin limitarse a un solo indicador como el calentamiento global. Es conveniente ofrecer múltiples indicadores para que los agentes decisores prioricen según el contexto. El reto principal es traducir los resultados de estos análisis a un lenguaje comprensible a nivel político y por la sociedad en general.

> Utilidad de las herramientas de código abierto

Las redes internacionales son fundamentales para compartir experiencias, aprender de éxitos y fracasos y proponer soluciones adaptadas a cada región. Por ejemplo, los impactos indirectos son difíciles de medir. Las herramientas de código abierto permiten acceder a información pública y fomentar modelos colaborativos para analizar estos impactos.

Las herramientas más efectivas son aquellas que ofrecen una visión holística del Ciclo de Vida, incluyendo justicia ambiental y análisis multirregional. Es necesario medir no solo la huella de carbono, sino también los impactos sociales y económicos. Por ello, las plataformas de datos abiertos ayudan a visualizar escenarios de impacto ambiental y alimentar modelos predictivos. Esto facilita la interoperabilidad entre diferentes actores (gobiernos, academia, empresas, sociedad civil), promoviendo decisiones informadas.

Sin embargo, estas herramientas también cuentan con sus limitaciones. Por un lado, las herramientas de código abierto no siempre están contextualizadas. Es difícil sensibilizar a las comunidades locales de adoptar soluciones basadas en métricas técnicas si no se consideran sus formas de pensar y vivir. Por otro lado, la falta de estandarización y cobertura desigual de datos limita el análisis. Aunque parezca que hay mucha información disponible, no siempre es suficiente ni adecuada para entender impactos complejos.

Es esencial recolectar información local y ajustar los modelos a las regulaciones y características de cada región. Fomentar ecosistemas abiertos regionales y globales es clave para mejorar la comunicación y el acceso a información útil.

2.3 Soluciones a los retos ambientales de la transición energética

En las secciones anteriores se han planteado los retos de una transición energética sostenible y el impacto medioambiental de las energías renovables, y en esta sección se centrará la atención en las soluciones a los retos medioambientales de la transición energética. Complementando, por tanto, las secciones anteriores, en este apartado se van a presentar experiencias concretas de soluciones sobre cómo sí es posible la transición hacia un sistema energético basado en energías renovables que sea ambientalmente sostenible, concretamente experiencias de Argentina, Chile y Costa Rica.

¿Cómo podemos abordar los efectos de la minería de litio sobre los recursos hídricos y el suelo? ¿Cómo podemos enfrentar el impacto de los parques eólicos en la biodiversidad o garantizar el reciclaje adecuado de los paneles solares? ¿Cómo podemos regular el uso intensivo del suelo y la deforestación que puede derivarse del uso de biomasa para la producción de energía? A partir del análisis de casos específicos, en este apartado se pretende identificar buenas prácticas y lecciones que pueden extrapolarse a otras áreas geográficas y campos temáticos. El nivel micro debe estar estrechamente conectado con el nivel macro, por lo tanto, las pequeñas iniciativas pueden conducir a grandes transformaciones. Estas iniciativas demuestran que una transición hacia un sistema energético no basado en combustibles fósiles es, en efecto, posible desde una perspectiva de sostenibilidad en todas sus dimensiones: ambiental, social y económica.

> Más allá del qué: cómo y para qué se hace la transición energética

Experiencia 11 UNCAUS sustentable

La Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), en Argentina, ha asumido el compromiso de integrar la sustentabilidad en su vida institucional a través de acciones concretas y visibles que combinan innovación tecnológica con educación ciudadana.

La experiencia del Ecoestacionamiento Solar de 60 kW es una instalación que no solo genera energía limpia para la red y reduce la huella de carbono, sino que también funciona como espacio de aprendizaje para los estudiantes, quienes pueden observar, medir y proyectar su funcionamiento en tiempo real.

A través de esta experiencia se muestra la importancia de la coherencia entre lo que pensamos, decimos y hacemos. UNCAUS entiende que no se puede formar en sustentabilidad solo desde lo teórico, sino que es necesario predicar con el ejemplo en cada acción: desde proyectos de energías renovables hasta programas de compostaje comunitario y reducción de plásticos.

Asimismo, la experiencia propone también la idea de que educar con el ejemplo es la mejor manera de transmitir valores ambientales y compromiso social a las nuevas generaciones. La universidad no solo forma profesionales, sino a una ciudadanía responsable capaz de cuidar el planeta.

2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

La experiencia de UNCAUS muestra cómo desde el ámbito de la educación superior y la ciencia en Iberoamérica hay una profunda vocación de servicio y un compromiso grande con el desarrollo sustentable. Esta tipología de universidad se considera un modelo replicable, una experiencia que traduce en hechos una convicción firme de que educar con el ejemplo es una de las formas más potentes de transformar la realidad. Es decir, educando desde el enfoque de las epistemologías críticas y situadas se entiende que el conocimiento no se transmite de manera unidireccional, sino que se construye a partir de una experiencia del hacer, del contexto y de la relación con los demás. Por eso, cuando se habla de transiciones ambientales en la educación superior, no basta con llevar a cabo investigaciones, dictar contenidos o incorporar materias, es necesario vivir lo que se hace, es un acto epistemológico, es reconocer que la coherencia entre el discurso y la práctica es una forma legítima y profunda de producir saberes. Además, en este mundo atravesado por crisis climáticas, sociales o éticas, esta coherencia es cada vez más urgente.

Una experiencia como la mostrada de instalación de paneles solares permite no solo aportar una fuente de energía basada en recursos renovables para alimentar el comedor universitario, la cocina y la panadería, sino también enseña permitiendo que estudiantes, docentes, autoridades, en definitiva, toda la comunidad educativa, sean testigos de una acción concreta, de un compromiso.

Los efectos ambientales y económicos de una experiencia así son medibles: los paneles cubren una demanda del 72 % del consumo eléctrico de este comedor, cocina y panadería universitaria, reduciendo el dióxido de carbono en comparación con el uso de la energía convencional. Concretamente, se tiene una disminución de 45 toneladas de dióxido de carbono por año, lo que equivale a plantar 170 árboles por año. Sin embargo, lo más importante es lo intangible: el estudiantado está viendo que, con el ecoestacionamiento, la universidad aplica lo que enseña, está viendo que la sostenibilidad no es solo “un tema de examen”, es una forma de estar en el mundo.

Una experiencia así abre, además, muchas otras puertas, líneas de investigación, talleres con estudiantes, prácticas profesionales, visitas guiadas, capacitaciones a docentes, estudios de impacto, interés de escuelas secundarias y primarias con sus ferias de ciencias, etc. El ecoestacionamiento se transformó en un nodo educativo, un aula sin paredes. También permitió repensar en otras decisiones institucionales que podrían alinearse con la cultura ambiental, el compostaje, el reciclado, gestión de agua y movilidad.

Muchas universidades en Europa, América Latina y Caribe están recorriendo caminos similares. La cooperación internacional es una forma de construir conocimiento situado, solidario y transformador. Educar con el ejemplo es, en definitiva, una forma honesta de enseñar y de formar futuros profesionales y ciudadanos/as comprometidos/as con el planeta.

Prácticas participativas, de cogeneración de conocimiento y con la finalidad de aportar soluciones transformadoras como la del Ecoestacionamiento Solar de la Universidad Nacional del Chaco Austral de Argentina suponen un ejemplo en este sentido.

> Mitigación de los impactos ambientales negativos de la transición energética

Experiencia 12

Tecnologías para la extracción sostenible de litio en salares: el Triángulo del Litio como pilar de la transición energética

El litio es un ingrediente esencial de las baterías que están siendo utilizadas, tanto en los vehículos eléctricos como en almacenamiento estacionario, en aquellos países que están impulsando el uso y la utilización de energías renovables no convencionales.

El sistema de extracción de litio por salmuera se basa principalmente en el bombeo del agua subterránea hacia el exterior, su exposición al sol en piscinas de 30 cm y la evaporación del agua. Según esta se va evaporando, se van precipitando las sales, desde las menos solubles hasta las más solubles. En este caso el litio, dado que es la más soluble, es la última en salir del agua. Posteriormente se lleva un proceso de purificación, degeneración y producción en una planta química, generando un carbonato de litio puro. Hasta aquí, que es la parte que consume más energía, se utiliza energía solar, por lo que es muy baja en emisiones de CO₂.

En cambio, la explotación del mineral del litio en roca requiere perforación, tronadura, transporte (consumiendo diésel en estos transportes), chancado, etc. Después del chancado requiere molinos, separación magnética y flotación, muy intensa en consumo de agua, etc. Por lo tanto, esta explotación es muy intensa en consumo de energía y consumo de diésel. Todo esto para generar un concentrado de litio, no una solución purificada. Después, este concentrado es exportado. Por ejemplo, lo que hace Australia es exportarlo a China, donde se refina mediante cuatro procesos consecutivos: calcinación, es decir, toma este concentrado y lo somete a temperaturas muy elevadas, lo que consume mucha más energía; después lo tuesta, que es una tostación ácida, usualmente con ácido sulfúrico, lo que lleva a más consumo de energía y de ácido sulfúrico; después se lixivia con agua; por último, se produce un proceso de caustificación, en donde se agrega hidróxido de sodio y se genera un producto comercial.

¿Por qué, entonces, los países que tienen salmuera no crecieron tanto en producción de litio y fue Australia la que creció?

La etapa de evaporación de la salmuera genera estrés en el lago, en la cuenca hídrica y, por lo tanto, se está trabajando en tecnologías de extracción directa del litio desde el agua. Existen distintas posibilidades (absorción, intercambio iónico, extracción por solvente...). La tecnología de extracción directa busca sacar el agua desde la salmuera, sacar el litio, mandar el litio a la planta y, el agua, devolverla y reinyectarla en el salar, disminuyendo la presión ambiental sobre ese salario.

Mediante esta experiencia, se ha podido analizar con detalle el caso de la extracción del litio y las nuevas tecnologías existentes para su extracción sostenible mediante extracción directa, sus implicancias, ejemplos prácticos y recomendaciones de desarrollo. ¿Qué implica esta transición para nuestra sociedad?

2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

Como la sociedad se está moviendo hacia la electrificación de la energía consumida, esto provoca que se tenga que aumentar la extracción de litio. Si pensamos, por ejemplo, que el mundo hoy día contiene un inventario de aproximadamente 2.000 millones de vehículos que tienen que convertirse o transformarse desde la combustión interna hacia la electromovilidad y sacamos cuenta de los automóviles eléctricos que se han fabricado hasta la fecha, que son alrededor de 20 millones, tenemos una cantidad inmensa de vehículos que reemplazar, y eso implica una cantidad inmensa de litio –entre otros metales– por producir. Además, las baterías no solo se utilizan para los automóviles eléctricos, sino que también se utilizan para guardar la energía producida por fuentes renovables. Por lo tanto, vamos a tener dos presiones asociadas a la transición energética sobre la producción de litio, el automóvil eléctrico y el almacenamiento de energía renovable no convencional. En lo que respecta a las baterías en cuanto al almacenamiento de energía, lo que permite es que la energía solar o energía eólica producida durante el día se pueda almacenar en baterías para después demandarla en la noche. Esto es lo que está provocando la existencia de grandes instalaciones de generación eléctrica con paneles fotovoltaicos que van acompañados con almacenamiento energético.

Basado en esto, las proyecciones del consumo de litio en las próximas décadas son enormes. Si sumamos ambos usos, el crecimiento va a estar del orden de 20 a 30 % por año en demanda. Esto es impresionante en términos de lo que tiene que hacer la industria del litio a nivel mundial. Las fuentes de este mineral son dos principalmente: material sólido que está en la naturaleza con concentraciones anómalas de litio (por ejemplo, Greenbushes en Australia) y las salmueras, soluciones que son hipersalinas, con menor concentración (por ejemplo, San Pedro de Atacama, en Chile, que es el principal productor del litio desde salmueras). También existen proyectos de extracción de litio desde geotérmicas, pero contienen concentraciones más bajas de litio, incluso el océano contiene litio. El litio no es un elemento que esté muy presente en la naturaleza. La cuestión, entonces, es: ¿De dónde lo vamos a sacar de una forma que sea sustentable?

De hecho, la diferencia entre recurso y reserva es que recurso significa que se ha identificado su existencia, pero reserva significa que se puede extraer económicamente con la tecnología de que se dispone hoy día. Si miramos las reservas existentes en el Triángulo de Litio: Chile contiene las mayores reservas del mundo; le sigue Australia; después, Argentina y China. Sin embargo, no está Bolivia porque hoy no tiene tecnología para extraer los recursos de litio. Australia extrae el litio desde roca, y Chile y Argentina lo hacen desde salmuera, contando ambos con una huella de CO₂ mucho menor que la de Australia.

Para poder desarrollar una tecnología ambientalmente sostenible que facilite la transición energética se requiere un marco regulatorio favorable. Hay tecnologías, como la de extracción directa del litio, que están demasiado emergentes.

Además, se requiere un proceso continuo de evaluación. Por ejemplo, en la experiencia aquí presentada se necesita evaluar si es que la salmuera requiere pretratamiento, requiere postratamiento, si es posible el envío de esa salmuera y reinyectarla al salar, etc. Todos estos pasos son muy complejos en evaluación y requieren mucho tiempo, mucha inversión en I+D+i y mucho personal. Para países como Argentina y Chile,



2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

la demanda de producción de litio es tan grande que se están introduciendo muchos recursos en la producción y en I+D+i. Por ese motivo, se requieren procesos de colaboración interregional entre países de América Latina y el Caribe y la Unión Europea.

Todos los países a nivel internacional han identificado el litio como un recurso crítico. Chile, por ejemplo, tiene más de sesenta salares con posibilidad de extraer litio de una forma sustentable, pero ahora mismo solo se está explotando uno. Todo el desarrollo de estos otros salares, en todo el Triángulo del Litio (Argentina, Chile y Bolivia), requiere un adecuado análisis de las tecnologías que se van a aplicar y requiere hacer un estudio de cuál será su aporte, su huella ecológica, tanto hídrica como de emisiones de CO₂, de manera de que se pueda ir seleccionando aquellas que tengan más sentido y no que generen más problemas. Se necesitan desarrollar nuevas tecnologías para implementar sistemas sostenibles y sustentables para la extracción de las salmueras de estos salares, como las tecnologías de extracción directa de litio, un ejemplo de cómo hacer frente al efecto en los recursos hídricos y en el suelo de la explotación de la minería del litio. Una transición energética sostenible desde un punto de vista ambiental no solo supone modificar la matriz energética, sino hacerlo de manera respetuosa con el medio ambiente en cuanto al impacto negativo que pueda generar en los ecosistemas.

> **La bioeconomía circular: un camino hacia la transición energética ambientalmente sostenible**

En la estrategia europea de bioeconomía aprobada por la Comisión Europea en el año 2012, se define la bioeconomía como el conjunto de las actividades económicas que obtienen productos y servicios generando valor económico, utilizando como elementos fundamentales los recursos de origen biológico de manera eficiente y sostenible.

Posteriormente, es cuando se integra el concepto bioeconómico con el de la economía circular como una sola unidad. Por lo tanto, la bioeconomía circular se define como un modelo económico que integra los principios de la bioeconomía, tales como el uso sostenible de recursos biológicos, y la economía circular, lo que es reducir, reutilizar y reciclar para crear un sistema más sostenible que minimice los residuos y el impacto ambiental.

De hecho, este enfoque utiliza biomasa, residuos agrícolas, forestales, etc., para generar productos y energía, reemplazando materiales fósiles y promoviendo ciclos de vida más limpios y eficientes. Entonces, ya no es solamente ver qué se utiliza, sino cómo se utiliza y se reutiliza para obtener mayor valor agregado. La bioeconomía circular va más allá de simplemente uso de recursos biológicos. La bioeconomía circular llama a un sistema donde los residuos de un proceso son insumos para otro, cerrando así los ciclos como hace la naturaleza.

Asimismo, se busca integrar la tecnología moderna con principios ancestrales. Los pueblos originarios, los pueblos indígenas han practicado por milenios este concepto. En sus sistemas nada sobra, todo se transforma y se reintegra. En un momento de la historia se perdió esa línea de conocimiento ancestral y lo que se busca es llamar a esa reutilización también de los conceptos. El sistema milpa mesoamericano es una agricultura circular perfecta, no tiene una sola pérdida de recurso. La gestión indígena amazónica previene incendios y conserva la biodiversidad. Las terrazas son ingenie-

ría hidráulica sostenible, permite toda una cascada de reutilización de recursos en el que prácticamente nada se pierde. Lo importante es tener en cuenta que estos conocimientos no son alternativos, sino complementarios y esenciales a la ciencia moderna y a la tecnología.

Integrando el concepto de energía, la bioeconomía circular energética incorpora fuentes de energía procedentes de biomasa, de fuentes naturales para generar ciclos que permitan un uso prolongado y compartido, generando un producto circular duradero con cadenas productivas integradas y con multiproducto (por ejemplo, las biorrefinerías sustentables). Lo que se busca es hacer un uso regenerativo de los recursos: tomar, reutilizar y regenerar recursos a partir de los que ya se disponen mediante una innovación tecnológica orientada hacia fines específicos y aplicados.

En la práctica, la bioenergía circular ya muestra resultados respaldando ecosistemas y conocimientos locales. Por ejemplo, en Brasil, el bioetanol de caña que genera electricidad con bagazo o en Suecia pionera en el uso de la calefacción urbana (*district heating*) para reducir emisiones utilizando el calor residual de procesos industriales y residuos no reciclables para calentar hogares. En México, las comunidades mayas producen biodiesel de Jatrofa con tecnologías tradicionales de una manera sumamente eficiente. En Costa Rica, el Instituto Tecnológico miembro de CONARE, desarrolla tecnologías de generación energética con residuos de biomasa forestal. Además, un aspecto importante de estas iniciativas es que promueven el autoconsumo energético, generando menos dependencia de la matriz energética nacional.

En Colombia, las comunidades guayú producen biocombustibles de cactus respetando su cosmovisión lo que supone un claro ejemplo integrador de “bioeconomía circular”, “transición energética” y “conocimientos ancestrales”. En Finlandia, por ejemplo, el conocimiento sami sobre bosques mejora la gestión de la biomasa. Los samis son una población que ha aprendido a sobrevivir en condiciones climáticas extremas, y han aprendido cómo sus bosques son una batería viva que les permite mejorar la gestión de la biomasa. En Nueva Zelanda, la cosmovisión maorí guía proyectos de energía comunitaria con una mayor aceptación social y un mejor desempeño ambiental.

El mayor reto al que se enfrenta esta alternativa es evitar la competencia de alimento vs energía. Además, se deben respetar los derechos territoriales indígenas, convirtiendo a los pueblos originarios en socios y desarrollando marcos regulatorios adecuados.

Existe por tanto el reto de la innovación biocultural, el desarrollo de una bioeconomía circular energética que cuente con el conocimiento ancestral respetando su cultura y su idioma para poder trabajar de una manera que también para los pueblos originarios sea realmente utilizable.

Por último, se debe potenciar el desarrollo rural inclusivo. El área rural debe dejar de convertirse en un proveedor hacia la zona urbana, sino desarrollarse a partir de esta producción.

En conclusión, la bioeconomía circular cuando dialoga con los saberes ancestrales nos ofrece un camino triplemente ganador. Una ganancia ambiental, se recuperan los

ciclos naturales; una ganancia social, incluye a quienes siempre han cuidado el territorio; y una ganancia económica creando modelos sostenibles.

Decía un sabio indígena: no heredamos la tierra de nuestros antepasados, la tomamos prestada de nuestros hijos.

2.4 Políticas y normativas para la transición hacia la energía verde

En este apartado, se van a proponer una serie de políticas y regulaciones ya existentes para favorecer la sostenibilidad ambiental de la transición energética. Los modelos que aquí se presentan son mostrados como buenas prácticas de cómo pueden impulsar el desarrollo socioeconómico y ambiental, no solo de las empresas y comunidades urbanas, sino también rurales y remotas de América Latina y Europa.

➤ Modelo comunitario

En línea con el apartado anterior en el que se invita a reflexionar sobre que sí es posible la implementación de soluciones energéticas renovables, se presenta un modelo con-

creto comunitario en el que el apoyo gubernamental a través de diferentes políticas y programas juega un papel fundamental para disminuir el uso del diésel principalmente y migrar hacia el uso de energías más limpias.

Experiencia 13

Transición de comunidades remotas a energías renovables

La Comisión para la Cooperación Ambiental tiene como objetivo documentar, consolidar y compartir mejores prácticas sobre experiencias comunitarias en su transición hacia el uso de fuentes de energías más limpias, asequibles y confiables.

Este proyecto está siendo desarrollado con el apoyo del Ministerio de Recursos Naturales de Canadá, la Secretaría de Energía de México, la Comisión Federal de Electricidad de México, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y en estrecha colaboración con la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), además de recibir el apoyo del Ministerio del Medio Ambiente de Canadá, el Departamento de Energía de los Estados Unidos, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México (INEC) y, por supuesto, el apoyo de todas las comunidades de nueve proyectos energéticos comunitarios incluidos en esta experiencia.

Las comunidades seleccionadas como casos de estudio se consideraron principalmente por tener una amplia diversidad, tanto geográfica como climática, diferentes motivaciones, distintos desafíos que enfrentaban estas comunidades frente al acceso y uso de energía, y diferentes tecnologías implementadas.

El objetivo es generar un documento que sirva de referencia a otras comunidades que también deseen emprender el camino hacia el uso de energías renovables, y que sea de utilidad para que entidades gubernamentales puedan entender un poco mejor la perspectiva de la comunidad frente a la implementación de este tipo de sistemas.

2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

La implantación de modelos comunitarios en el que se muestra como ejemplo la experiencia analizada por la Comisión para la Cooperación Ambiental pone de manifiesto el éxito de los mismo a través de los siguientes hallazgos que son comunes en todas las comunidades:

- Las alianzas son clave para el éxito de estos proyectos.
- La participación local es fundamental, de tal manera que se pueda asegurar la permanencia del proyecto, la aceptación por parte de la comunidad y la coherencia con la identidad de cada uno de estos lugares y las poblaciones que lo habitan.
- El acceso a la electricidad ha mejorado no solo la salud, sino también la seguridad y la calidad de vida de estas poblaciones.
- La colaboración entre los habitantes fortalece su resiliencia. La implementación de estos proyectos no es una tarea fácil teniéndose que enfrentar a retos de operación y mantenimiento, pero siempre se ha visto reforzada la resiliencia como resultado.
- El desarrollo de capacidades ha generado empleo en algunas de estas comunidades, aportando conocimientos técnicos duraderos en comparación con antes de la implementación.
- Los proyectos liderados localmente han fomentado la apropiación y han fortalecido la confianza en las comunidades.
- Estas iniciativas han promovido la soberanía energética y han reducido enormemente el uso del diésel como fuente principal de energía.
- Existen diversos programas tanto nacionales como federales que han apoyado la implementación de energía limpia y han sido los principales impulsores para que estas comunidades remotas y algunas de ellas indígenas pudieran tener acceso a las energías renovables. Sirva de ejemplo para poner de relieve, cómo los países desarrollan políticas que influyen directamente en la electrificación rural estableciendo marcos legales, financieros y metodológicos que permiten que este tipo de proyectos se lleven a cabo.

Por tanto, resulta clave el contexto político nacional sobre el cual van a operar otros programas, como los de energía para comunidades rurales, remotas o indígenas para la sustitución del diésel.

A nivel departamental, es importante el desarrollo de normativa y programas para poder acceder a recursos técnicos y económicos.



Marco de transición justa

Experiencia 14

Los Acuerdos de Transición Justa (España)

Todos los países europeos deben cumplir con la descarbonización para el 2050. Y, en ese contexto, España preparó su Marco Estratégico de Energía y Clima para cumplir con los objetivos de la Unión Europea.

2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

Uno de los aspectos más importantes, donde España ha sido líder a nivel internacional junto con Francia y Colombia, es incluir el aspecto de transición justa, incluso creando el Instituto de Transición Justa que está alojado en el Ministerio para la Transición Justa y el Reto Demográfico.

También se han desarrollado los Convenios de Transición Justa (CTJ) que son herramientas de gobernanza basada en proyectos con ese objetivo y los Convenios de Transición Renovable Justa (CTRJ), que son específicamente diseñados para la incorporación de las energías renovables.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima de España 2023-2030¹⁴ cuenta con el objetivo de 160 GW de capacidad renovable instalada total para 2030 en España (a finales de 2024, la potencia instalada era de 129 GW¹⁵).

Marcos legales y regulatorios adecuados como los que promueven el desarrollo de estrategias de transición justa, permiten oportunidades económicas a las regiones que están en continua transformación, a la vez que se restaura un medio ambiente degradado y se apoya a las comunidades locales. Los procesos de transición deben basarse en la participación comunitaria para que no polaricen, no degraden el espacio político e impidan la toma de decisiones a nivel político, pues son cambios muy profundos de un modelo económico.

Es relevante en este punto tener en cuenta, –porque tiene también un papel importante en los conflictos–, los repartos de competencias entre Estado y administraciones regionales. Por ejemplo, con la planificación territorial, se pueden dar casos, como en la experiencia de España, de realidades muy desiguales entre comunidades autónomas, regiones o departamentos según el país.

Concretamente, el modelo aquí presentado permite institucionalizar el proceso y luego desplegarlo en el territorio. Esto significa cambios a nivel territorial y en el modelo económico. También supone cambios en el nivel de conocimientos de la población local, en empresas locales, proyectos municipales, programas de formación y educación y proyectos de restauración ambiental.

Los resultados de este marco se perciben a nivel económico, social y medioambiental: desarrollo de proyectos empresariales locales, generación de empleo, proyectos municipales que generan dinamismo en diferentes sectores como salud, turismo, vivienda e infraestructuras. De hecho, los efectos no son solo en el sector de las energías renovables como tal, sino que tienen efectos indirectos en otros sectores. Asimismo, este modelo permite la restauración de áreas degradadas (como es el caso de la minería de carbón en España), generando espacios verdes, socioculturales o que tengan beneficios económicos para la población local. Esto es importante, ya que normalmente en las estrategias de transición justa no se suele ver solo este aspecto medioambiental, sino que se centra en aspectos socioeconómicos principalmente.

Para implementar este modelo, se requiere de medidas institucionales y socioeconómicas mediante la inversión pública en áreas que podrían sufrir pérdidas debido a los



¹⁴ [Plan Nacional Integrado de Energía y Clima \(PNIEC\) 2021-2030](#)

¹⁵ [La producción renovable crece en España un 10,3% en 2024 y alcanza sus mayores registros | Red Eléctrica](#)

impactos del cambio climático o, incluso, a las propias políticas climáticas. Por otro lado, aunque la transición justa cuenta con el apoyo de la mayor parte de la sociedad, resulta clave trabajar sobre la cierta resistencia que puede originar el despliegue de las renovables, aplicando proyectos que trabajen la resolución de conflictos socioecológicos, siempre en un marco de gobernanza para su introducción gradual y justa.

Un marco de gobernanza basado en la transición renovable justa debe ser un proceso de participación, consensuado y estructurado entre los diferentes *stakeholders*. El anclaje institucional de un modelo así resulta imprescindible ya que refuerza la durabilidad mientras no exista fragmentación de gobernanza cada ciclo político.

Por último, cabe mencionar la importancia de desarrollar modelos que contribuyan a la resiliencia justa para incorporar el objetivo de equidad del reparto de los impactos del cambio climático y proteger a las poblaciones más vulnerables.

> **Gobernanza energética para la electrificación renovable**

Costa Rica es un país que cuenta con una larga experiencia en la transición verde, en la transición energética y en la electrificación renovable de la economía. Existen en el país condicionantes importantes disruptivos en reconocimiento a soluciones basadas en la naturaleza, por ejemplo, el pago por servicios ambientales y los servicios ambientales marinos. Esta situación ha permitido tener habilitadores para la transición verde. Así, la matriz eléctrica de Costa Rica se mantiene muy cerca del 100 % de generación con recursos renovables.

A parte de este contexto favorecedor, la experiencia de Costa Rica muestra la importancia de contar con un portafolio diversificado donde la hidroelectricidad es muy importante, pero también la eólica, la solar, la biomasa y la geotermia como participantes importantes que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque exista cierta hidrodependencia, se trata de una dependencia de recursos que generan emisiones de gases contaminantes reducidos en comparación con los combustibles fósiles. Además, estos sistemas de generación y transmisión no solo permiten el acceso energético a nivel nacional, sino que permiten enviar kilovatios resilientes hacia otros países próximos.

En este escenario, juegan un papel fundamental las políticas que contribuyen a transicionar las economías a ser más resilientes.

Por ejemplo, en Costa Rica se cuenta con el Plan Nacional de Energía (2015-2030), con un objetivo único de lograr la sostenibilidad energética a través de varios ejes: eficiencia energética, generación de electricidad distribuida, etc. Además, se incluye la tendencia internacional de integrar aspectos como la sostenibilidad de la red, la generación sostenible, transporte sostenible, etc. Asimismo, cabe resaltar también el Plan de Expansión de la Generación Eléctrica, que busca seguir generando energía basándose en fuentes renovables y de forma sostenible, favoreciendo siempre la baja dependencia de combustibles fósiles y aumentando la participación de energías renovables no convencionales, en este caso solar fotovoltaico y eólico frente a la hidroeléctrica.

Por otro lado, en Costa Rica se cuenta también con el Plan Nacional de Descarbonización que se compromete a aumentar la participación de energías renovables para el

2. Sostenibilidad ambiental y transición energética

2050. Este plan busca generar incentivos, regulación y mejorar la coordinación interinstitucional. Otra política destacable del caso costarricense es la Ley de Promoción y Regulación de los Recursos Energéticos Distribuidos para permitir que la sociedad participe en la generación de sus propios recursos. En esta ley se incluye la participación de los *prosumers* (actores que juegan ese doble rol de consumidor y productor), instalando, conectando, interactuando mediante fuentes renovables distribuidas. De esta manera se socializa el acceso de todas las personas a energías bajas en emisiones de gases de efecto invernadero. La Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico promueve vehículos eléctricos, el mejoramiento de la infraestructura de carga, el aumento de la flota pública eléctrica a través de lo que se llama el sistema de compras públicas.

Por último, la Estrategia Nacional de Biometano trata de impulsar el uso de biocombustible y de residuos orgánicos para paulatinamente ir sustituyendo los combustibles fósiles.

3

Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética

> Introducción: la universidad, juez y parte de su entorno

Bajo la conservación de los cuatro pilares tradicionales de la universidad –búsqueda de la verdad, síntesis de saberes, formación integral y servicio a la sociedad–, la educación superior en su modelo más contemporáneo clasifica la actuación de sus instituciones (IES) en cuatro: formación, investigación, extensión o vinculación, y gobierno. A partir de estos cuatro brazos, la mayoría de las IES desarrollan en la actualidad su actividad, que realmente está destinada, en último término, a servir a la sociedad en la que se inserta.

La universidad tiene en sus manos la capacidad de representar mejoras en las generaciones presentes y futuras a través de su labor como formadores, pero también a partir de la investigación que desarrolla. Por ejemplo, en ese sentido, es cada vez más frecuente que se promueva la figura de profesor-investigador y que ellos mismos involucren a los alumnos en los proyectos de sus grupos como parte de su formación y para despertar la vocación investigadora de las próximas generaciones. La investigación está llamada a salir a la sociedad en procesos de vinculación con el entorno, que supone de forma más directa el brazo extendido por parte de la institución a la sociedad. Bajo muy diversos nombres y modelos, este pilar de la educación superior se ha ido asentando en los sistemas de los diferentes países, con mayor peso algunos. Finalmente, se encuentra la gobernanza de la institución, la cual enfoca la dirección de los otros tres pilares y el funcionamiento de la propia institución, también permeado por todo lo que en ella sucede.

Desde este esquema de actuación, la universidad es parte vinculante del modelo de la cuádruple hélice, en el cual el ámbito académico se encuentra trabajando en conjunto con el sector público y privado y, también, con la sociedad civil. Integral es la forma de relacionarse y trabajar en conjunto de la educación superior con el resto de actores; sin embargo, la vinculación universitaria adquiere un papel fundamental en esa expectativa hacia las IES, como mecanismo sistematizado de transferencia de conocimiento y de actuación al exterior.

En concreto, bajo esa composición y funcionamiento de la educación superior, cabe tener en cuenta que tradicionalmente ha sido común asumir a las universidades como actores insertados en una sociedad y al servicio de la misma, para el fomento de su desarrollo y bienestar. Sin embargo, actualmente, la percepción de ese papel de la universidad en la sociedad se encuentra en transformación, bajo el matiz de contar con las universidades como actores propios de las mismas sociedades en las que se insertan, no externos. Esto significa que las IES tanto se encuentran proveyendo conocimiento y servicios a la sociedad, como a la vez son beneficiarias y crecen con ella.



Extensión universitaria: de transferencia a coconstrucción

El propio entorno de las IES plantea de forma radical incógnitas a las instituciones de educación superior que hacen, pese a parecer evidente su vocación hacia el exterior, que se muestre la dificultad real del ejercicio de la extensión universitaria. Una pregunta inicial que se sitúa sobre la mesa es gnoseológica: cómo se produce el conocimiento, quién participa de ese proceso y para quién se realiza este. En su labor de extensión, como se indicaba anteriormente, la universidad sale a la sociedad brindándole a la misma su conocimiento para fomentar contextos de buenas condiciones de vida, atendiendo a sus necesidades. El interrogante radica en la manera de *salir*, si es en clave de encontrarse con el destinatario bajo una filosofía de apertura, acogiendo su capacidad de aportar, o si se da bajo una posición asistencialista, como transferencia de conocimiento unidireccional: incorporando una propuesta de solución cerrada a las comunidades, en lugar de permitirles participar en ella y acompañarlos en el procedimiento de apropiación.

Esta cuestión resulta esencial si se atiende la deriva que ha tomado la investigación en algunos ámbitos del saber y, en general, en la manera de realizar esta labor en la universidad. La figura del investigador que ejerce el papel de poseedor de la verdad a partir del conocimiento acunado en la academia, siendo el origen del mismo una teoría estudiada pero no aplicada. Crecientemente la solicitud de la sociedad a sus universidades y centros de investigación, es la de que existan no profesionales de escritorio, sino cercanos a la realidad sobre la que investiga.

Ante esa situación, la pregunta consecuente es qué otros actores aportan al conocimiento considerado válido. La preconcepción ante ciertos colectivos y el concepto de conocimiento pone en duda la posible participación y aportación en la creación del mismo. Es decir, hay colectivos y tipos de conocimiento que se están quedando fuera de las propuestas de desarrollo que se realizan, en concreto en este caso, fuera de la investigación en las universidades. De este modo, se produce una brecha entre las propuestas de los proyectos de vinculación y los beneficiarios ante los que supuestamente aplica.

A la luz de esta situación, la extensión universitaria ha ido transformando su filosofía, pasando del transferir conocimiento como un producto, al coconstruir conocimiento, es decir, desarrollando el saber con las propias personas que son protagonistas de la realidad en cuestión y que se benefician en última instancia de él. Para que esto suceda, se requiere de una coexistencia en el proceso que permita la apropiación de los conocimientos, por ambas partes, para una coconstrucción real. Como indica Cristina de Benito, investigadora del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), esta propuesta se trata de llevar a cabo un diálogo entre conocimiento experto y conocimiento local, que no solo complementa lo científico, sino que colabora en la creación de conocimiento. Esta transformación de la forma de abordar la extensión universitaria se basa en reflexionar sus prácticas desde la experiencia y vivencia concreta de la comunidad, lo cual implica reconocer y partir de los conocimientos locales, es decir, poner en práctica la democratización del saber.

Se puede afirmar que este abordaje de la extensión trae como beneficios:

3. Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética

- Un mayor impacto y permanencia de los beneficios de la acción de la extensión universitaria por la fidelidad de la misma con la realidad sobre la que actúa.
- El fomento de la democratización del conocimiento, reconociendo nuevos actores y fuentes de saber.
- Un empoderamiento de las comunidades sobre su contexto y sus caminos de desarrollo.
- La autonomía de los beneficiarios en el mantenimiento y escalabilidad de los proyectos por la apropiación de los mismos respecto a sus necesidades.

Esta manera de entender la vinculación, se aplica desde el inicio hasta el final de la vida de los proyectos de extensión, lo cual significa que, junto con la cocreación de la acción y la ejecución de la misma, es relevante que en la evaluación de las iniciativas también participen los beneficiarios, de cara a promover la mejora y sostenibilidad de las acciones.

Bajo esta filosofía, se anima también a fomentar la participación de los estudiantes en los proyectos con la finalidad de transmitir la relevancia del conocimiento en salida, es decir, de promover la responsabilidad de servicio a la sociedad de los profesionales. Este proceso supone una oportunidad para promover nuevas culturas de la educación superior, tanto en la generación de conocimiento, como en la relación con la sociedad de la que es parte la universidad.

El fomento de esta perspectiva de la extensión universitaria se hace fácilmente viable y replicable si existe apoyo de la administración pública a las instituciones de educación superior, tanto en términos de financiación como en términos de detección de necesidades y contacto con los beneficiarios. Esto es, no únicamente como acciones puntuales, si no fomentar su sistematización. Las reducidas posibilidades a nivel económico y la ausencia de contactos derivan en muchas ocasiones en la inmovilización de las universidades, de primeras en el ejercicio de la extensión per se y en segunda instancia en un proceso de coconstrucción de proyectos con los beneficiarios, considerando el tiempo invertido.

➤ **La ciencia ciudadana, aliada de la extensión universitaria**

Las formas de democratizar el conocimiento y de hacer a la sociedad parte de los proyectos destinados a ellas son muy diversas. Conforme se avanza en esa dirección se acumulan experiencias que funcionan de manera variada según una serie de factores, desde la temática del proyecto hasta el tipo de beneficiario. Un ejemplo lo podemos encontrar en la ciencia ciudadana, la cual colabora en la generación de conocimiento donde la política pública y las instituciones de educación superior no están presentes.

De acuerdo con la investigadora de Universidad Nacional de San Martín (Argentina), Valeria Roso, la ciencia ciudadana se hace útil, entre otros motivos, para hacer mejor política pública, tanto por la propia generación de conocimiento fidedigno con la realidad como por contar con una sociedad informada de primera mano de su contexto. Colabora en el aumento de conciencia y participación política de la sociedad en el sentido de hacer que los ciudadanos atiendan más sus necesidades –en el seguimiento de sus usos, costumbres y contexto– y soliciten a los tomadores de decisión acción sobre ellas, que sean atendidas.

3. Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética

Un ejemplo concreto de ello es el monitoreo ciudadano de un fenómeno, que se basa en la recolección y análisis de datos por parte de la población. La medición de datos, que requiere observación periódica de la realidad –por ejemplo, eventos de la naturaleza o hábitos humanos–, puede encontrar un estrecho aliado en las personas protagonistas de esos contextos.

Existe, sin embargo, un riesgo a tomar en consideración que se trata del cumplimiento de requisitos de la participación ciudadana en la extensión (así como otros tipos de proyecto), mediante metodologías que no hacen a las personas verdaderos protagonistas del proceso y de los resultados, sino que toman su aportación como meros proveedores de información, limitando su participación a ello. El papel de los ciudadanos en la generación y aplicación del conocimiento está llamado a ser efectivo, venciendo las dificultades que ello pueda implicar –por ejemplo, incluyendo instancias de mediación intercultural para entender otras cosmologías en caso de pueblos originarios–.

➤ **Extensión universitaria para la transición energética**

Podría decirse que la experiencia de la extensión o vinculación universitaria adquiere mayor o menor urgencia dependiendo de las temáticas. En materia de transición energética, el ejercicio de una extensión universitaria responsable se hace esencial. Todo ciudadano está llamado a participar de la transición energética en lo que corresponde a su poder de acción. Sin embargo, en la posibilidad que abre la vinculación universitaria como espacio para aportar conocimiento o tomar decisiones, se demuestra la viabilidad de participar en la transición energética con un papel activo. Así, la extensión universitaria se convierte en un instrumento viable para la participación social en la transición energética.

En materia de cambio climático y de transición energética, comunidades que han tenido una contribución mínima o inexistente en el problema del cambio climático, van a concentrar algunos de los impactos socioambientales y consecuencias más directos de la transición energética.

Existen, entonces, dos ejes implicados: calidad democrática –con relación a la participación en los procedimientos– y justicia económica, ambiental y territorial.

En términos de transición energética, las comunidades rurales –tanto los pueblos indígenas establecidos en zona rural, como las comunidades no indígenas–, suelen ser de los grupos que más sufren el impacto social de la transición energética. En primer lugar, cabe valorar una posibilidad de desconocimiento, desde la pregunta sobre si algunas comunidades son conscientes de su necesidad y de su posibilidad de bienestar, el conocimiento del derecho a tener energía y de participar de los procesos de transición hacia energías limpias. En segundo lugar, estas comunidades son normalmente aquellas que a nivel medioambiental están siendo más afectadas por el cambio climático, sufriendo eventos radicales como sequías e inundaciones. A su vez, las zonas rurales sufren en muchos países procesos de expropiación, para la explotación y extracción de recursos –como sucede con los salares en diferentes partes de América del Sur, por ejemplo–, o para la instalación de plantas de tecnologías destinadas a generar energía renovable. Esta situación representa un drama para las poblaciones que llevan asentadas en su territorio desde hace generaciones, ya que la retirada de estas tierras



3. Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética

supone también un despojo de su tradición; existen denuncias de esta situación para la explotación del litio en el norte argentino, donde se han sucedido episodios de violencia y migración. Cabe tomar en consideración que las comunidades que viven este contexto no se oponen necesariamente a las energías renovables o a cualquier otro proceso de la transición energética —como es el caso del almacenamiento de energía a través de baterías de litio para la movilidad eléctrica—; sin embargo, la defensa de la propia tierra es el objeto central. De hecho, hay casos de comunidades que sí han aceptado la instalación de las mineras y negociado acuerdos con las empresas, aunque es común la percepción de que son mejorables los procedimientos con los que se hacen estas negociaciones y la necesaria mayor presencia del Estado en estos procesos para evitar dejación de funciones.

Otra situación que viven estas comunidades son contextos de pobreza energética. Esta se puede dar en diferentes sentidos: la de aquellas comunidades que viven sin acceso a la energía —por lo que carecen de bienes como la electricidad—, y/o la de contextos de pobreza por la imposibilidad de asumir el pago de la energía. A su vez, parte de este proceso, se puede insertar en el círculo de la marginación de estas comunidades del mercado laboral, haciéndose complejo de detener. Junto a la justicia económica, una denuncia extendida en ciertas comunidades, sobre todo indígenas, ante esta situación es la ausencia de justicia democrática. El sentido tras ello se basa en la capacidad que tiene la pobreza de recursos de silenciar a grupos sociales, limitando su capacidad de participar en el proceso de toma de decisiones sobre su propio futuro. Un ejemplo de ello se encuentra en la denuncia de algunos pueblos indígenas ante el silenciamiento que padecen, que, afirman, niega su identidad.

Diferentes países de Latinoamérica encuentran testimonio de estos contextos en los pueblos originarios. Atendiendo a la diversidad que caracteriza los casos de estas comunidades a lo largo de toda la región, gran parte de las peticiones básicas de estos pueblos vienen recogidas en la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas¹⁶. Ante las cuestiones abordadas en este escrito, el artículo 21 (2) recoge que “los Estados adoptarán medidas eficaces y, cuando proceda, medidas especiales para asegurar el mejoramiento continuo de sus condiciones económicas y sociales”. El artículo 32 (1) defiende que “los pueblos indígenas tienen derecho a determinar y elaborar las prioridades y estrategias para el desarrollo o la utilización de sus tierras o territorios y otros recursos” y el artículo 32 (2), que “los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por conducto de sus propias instituciones representativas a fin de obtener su consentimiento libre e informado antes de aprobar cualquier proyecto que afecte a sus tierras o territorios y otros recursos, particularmente en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo”, junto con el compromiso de que “los Estados proveerán mecanismos eficaces para la reparación justa y equitativa por cualquiera de esas actividades, y se adoptarán medidas adecuadas para mitigar las consecuencias nocivas de orden ambiental, económico, social, cultural o espiritual” (32, 3). Con vinculación a sus conocimientos, la Declaración reconoce (31, 1) que “los pueblos

16 Naciones Unidas. (2007). Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas [PDF]. https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf

3. Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética

indígenas tienen derecho a mantener, controlar, proteger y desarrollar su patrimonio cultural, sus conocimientos tradicionales, sus expresiones culturales tradicionales y las manifestaciones de sus ciencias, tecnologías y culturas”.

Ante esta declaración, la cual según lo expuesto debería ser garante de una participación en la transición energética de estos pueblos caracterizada por su bienestar, una de las grandes críticas de los pueblos originarios tiene que ver con el incumplimiento de esta declaración. En algunos casos, además, se suma la crítica de la actitud asistencialista de la política pública a la hora de abordar su acercamiento a las necesidades de los pueblos originarios, eliminando su participación en el proceso.

Bajo estas problemáticas sociales que acompañan a la transición energética, la extensión universitaria encuentra diferentes brechas en las que actuar. Un componente de trabajo tiene que ver con el propio acceso a fuentes de energía, que permitan mejorar sus condiciones de vida; considerando su elevado coste, su impacto medioambiental y su trayectoria hacia la reducción de las fuentes no renovables, las opciones energéticas tradicionales dejan de ser opción. Por tanto, el apoyo a las comunidades rurales y otras aisladas en la instalación de fuentes de energía renovables se convierte en una vía de apoyo sostenible para los beneficiarios. Cabe tomar en consideración que la tendencia es hacia el ahorro energético empleando modelos mixtos, es decir, no hacia una conversión completa de las renovables, esencialmente por capacidad de almacenamiento y consumo. Respecto a este último punto, también la extensión universitaria se encuentra en el deber de acompañar la instalación de sistemas de renovables o mixtos con propuestas educativas para el consumo responsable de energía y de recursos vinculados, como es el caso del agua. En esos procesos, la universidad, como se indicaba con antelación, encuentra en la extensión universitaria encuentra en la transición energética un ámbito donde la coconstrucción se hace natural, haciendo a las comunidades reales conocedoras de sus recursos, dificultades y necesidades, partícipes de la elaboración de propuestas fieles a su realidad y sostenibles en el tiempo, de las que ellas mismas se responsabilicen. Con procesos de esa naturaleza, además, se abre una nueva oportunidad para los pueblos originarios, por ejemplo, para el desarrollo de sus saberes en diálogo con la academia.

Finalmente, una última función de la extensión universitaria respecto a la democratización de la participación en la transición energética puede tener que ver con fomentar el apoyo de la política pública en esa dirección, ejerciendo como punto de conexión entre las comunidades y el Estado. La sistematización a nivel de política pública de pequeñas iniciativas se sitúa como una oportunidad importante para las comunidades beneficiarias, fomentando la posibilidad de hacer viable una transición energética limpia, justa y sostenible para todos.

➤ **La Universidad Nacional del Nordeste, un ejemplo de buenas prácticas**

La Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), en Argentina, es una institución de educación superior que vive la extensión universitaria en evolución hacia nuevos modelos siguiendo la propuesta presentada previamente. Esta institución se encuentra en un proceso de fortalecimiento de la extensión universitaria, haciéndola pilar esencial en la formación de los alumnos bajo su integración en los currículos. De hecho, en

3. Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética

abril de 2025, se celebró el primer Congreso de Extensión Universitaria de la UNNE, donde las iniciativas vividas en la universidad fueron presentadas, así como la política de la institución respecto a la manera de enfocar la vinculación. Este reenfoque de la universidad hacia su labor con el entorno supone una transformación para toda la institución, desde los alumnos hasta el cuerpo directivo. Sin embargo, siempre sucede que los ritmos son diferentes dentro de las instituciones y llegados a este punto, algunos miembros ya avanzaban por el camino desde hace tiempo.

Dentro de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste se encuentra el GIESMA: el Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Energías Sustentables y del Medio Ambiente. Bajo la dirección de la profesora doctora Noemí Sogari, este grupo de académicos lleva años complicando su tarea docente e investigadora para sacar la física a las comunidades, en proceso de apropiación del conocimiento y del beneficio.

Desde hace años, la profesora Sogari trabaja con energía solar térmica y su aplicación en el secado de productos como fruta o madera. En 2022, junto con otras instituciones, el GIESMA, con una activa participación de alumnos, desarrolló una tecnología para monitorear el proceso de secado de madera y el funcionamiento de un secadero solar de la Asociación de Carpinteros de Concordia. A diferencia del secado de madera expuesta directamente al sol, en el caso de los secadores aquello que calienta el sol no es la madera directamente, sino el aire y este es el encargado de secar la madera, siendo así un método de secado indirecto. Los beneficios del secadero solar eran sobre todo dos: la calidad del producto y el ahorro de tiempo. Junto al secador en sí, el control de los indicadores del flujo de aire circulante y del contenido de humedad de la madera, esenciales para el resultado, se desarrolló en las universidades para reducir el alto costo de los softwares de mercado. Este proyecto, que contó con la participación de alumnos, fue posible por el financiamiento del Gobierno Nacional a través del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación y de la Intendencia de la ciudad de Concordia.

Meses después de ese proyecto, el GIESMA encontró una nueva manera de acercarse a las comunidades vecinas. La Universidad Nacional del Nordeste es una institución multicampus, que representa otro nexo de unión entre la provincia de Corrientes y del Chaco. Es relevante conocer que en Argentina el cambio climático afecta sobre todo al norte y al nordeste con altísimas temperaturas, zonas que además coinciden con ser de las que registran peores resultados a nivel de pobreza, con un 39 % de las personas bajo la línea de pobreza en el nordeste argentino¹⁷. Los hogares pobres energéticamente han aumentado en los últimos años, estando el 60 % en el nordeste y noroeste. Muchas familias se debaten, en esta situación, entre pagar la energía o pagar la alimentación. Este contexto se completa con la escasez de servicios sociales que se prestan allí a las comunidades más vulnerables.

Un ejemplo concreto se halla en el Chaco, concretamente en la localidad de San Bernardo, donde conviven ciudadanos en muy diferentes condiciones. El pueblo origina-

17 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2025, 25 de septiembre). *Incidencia de la pobreza y la indigencia en 31 aglomerados urbanos. Primer semestre de 2025*. [Informe técnico]. https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/eph_pobreza_09_25D162CC7BFB.pdf

3. Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética

rio moqoit encuentra allí su hogar, a lo largo de un territorio extenso. Diferentes problemáticas se acumulan en el contexto de esta población, siendo un reto profundo la cuestión energética. Viendo agravada su situación las casas más alejadas del centro urbano, esta comunidad vive la pobreza energética en tres sentidos: algunas familias no tienen acceso a electricidad y tampoco cuentan con recursos para pagarla; otras, aun teniendo acceso, no tienen capacidad de pagarla debido al aumento del precio de la electricidad en Argentina; y algunas, aun pagándola, no les es suficiente.

En esta comunidad vive un antiguo alumno de Ciencias de la Educación de la UNNE, y es a través del Programa Pueblos Indígenas, donde la institución vertebró su relación con los pueblos originarios y apoya la inclusión de alumnos indígenas en la universidad, acompañándolos desde antes de su ingreso hasta su vida profesional. Este alumno contactó con la universidad con vistas a solicitar apoyo para aliviar esta situación de las familias de la comunidad moqoit de San Bernardo, partiendo de la experticia interdisciplinar de la institución y de su compromiso social.

Esa solicitud le llegó al grupo de investigación de Noemí Sogari, quienes ya habían puesto en marcha su convicción de que la transición energética y la justicia social debían ir de la mano, y tenían experiencia en los modelos de coconstrucción de la extensión universitaria. Como explica la profesora Sogari, en América Latina y el Caribe un sistema tecnológico tiene que estar pensado desde el punto de vista económico y adaptado a la comunidad: “incorporarlo al sistema de decisión, que la población sea dueña de las soluciones, que decidan si quieren utilizarlas o no, que se encarguen de su construcción y mantenimiento”.

Tras entrar en contacto con la comunidad y entender los problemas de la misma, decidieron, junto con ella, centrarse en un primer reto: calentar agua en las casas. El uso de electricidad para ello se hace complejo, por los motivos expuestos previamente, por lo que necesitaban de un sistema que escapara de los modelos tradicionales de energía o al menos que lo complementara. Bajo este contexto, –al contrario que en la experiencia de los secaderos de madera–, el GIESMA se encontró con el problema de la ausencia de financiación, por lo que decidieron potenciar la coconstrucción, en este caso de calefones de agua que funcionaban con energía solar térmica. Aplicando conocimientos de física, el equipo de investigación construyó un prototipo de calefón solar de sencilla creación, eficiente y de bajo costo, empleando materiales reusados, o fáciles y baratos de adquirir; es decir, tecnologías respetuosas con el medioambiente, no solo por el empleo de la energía solar térmica como fuente, sino también por los materiales empleados en la construcción.

Habiendo definido con la propia comunidad esta aportación de la universidad y la viabilidad del posible funcionamiento del instrumento propuesto, el equipo de investigación, junto con un alumno de la asignatura de Física Aplicada, comenzó a desplazarse a San Bernardo para realizar talleres con el resto de la comunidad moqoit. El objetivo de los mismos era hacerles coautores de la solución para su problemática, es decir, cocrear con ellos el instrumento a través de una propuesta base, explicándoles su funcionamiento y mantenimiento, explorar con qué materiales y bajo qué manera les era más natural y útil a ellos un calefón solar y, por último, fomentando su autonomía en el uso del mismo. En uno de los primeros talleres se conformó una lluvia de ideas sobre los materiales ac-

3. Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética



cesibles para esta comunidad en la construcción de los calefones, tales como lanas de oveja o pantallas de televisores dañados. Así fue como, en cuestión de un mes, nació un primer prototipo dentro de la comunidad, realizado por un joven con ayuda de su tío.

Seis meses después de aquel primer calefón, los talleres se han seguido sucediendo bajo la idea de continuar difundiendo con los habitantes de la comunidad la posibilidad de construir estos calefones solares que funcionan generando un efecto invernadero en el propio instrumento para calentar el agua gracias a la temperatura de la luz solar. En paralelo, aquel docente que inició esta relación con la UNNE ha extendido el conocimiento a las escuelas moquit, compartiendo el aprendizaje de la construcción del calefón con sus alumnos, quienes lo han creado y presentado en la Feria de Ciencia regional.

Según los beneficiarios, los calefones solares pueden contribuir en la reducción de consumo de electricidad para cocinar y en obtener agua caliente para su higiene y limpieza de los casos; a su vez, las propias mujeres de la comunidad, más dedicadas a las tareas del hogar, así como a artesanías, reconocen su beneficio en términos de tiempo. Además, resulta interesante observar, por ejemplo, el desarrollo de la lengua moquit, al incorporar términos que no se habían contemplado en ese pueblo, nacidos de la transición energética. De manera complementaria, a raíz de la cooperación científica producida por el proyecto EULAC for Energy Transition (Energytran), la UNNE se encuentra cooperando con el Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España para desarrollar indicadores que permitan medir el impacto social de este proyecto de extensión.

A partir de este proyecto, el GIESMA se plantea atender un nuevo reto de la comunidad moquit de San Bernardo: el acceso a agua potable. Este recurso, pese a ser una zona tan cercana a fuentes como es el río Paraná, supone un problema para la población. El agua a la que tienen acceso en ciertas zonas de la comunidad moquit de San Bernardo es agua no consumible, por lo que se hace necesaria una vía de purificación de la misma. En su movilidad a la Plataforma Solar de Almería, en el marco del proyecto Energytran, Noemí Sogari estudió un desalinizador solar, que podría ser traducible a un instrumento eficiente y sostenible como es el caso del calefón solar. Es decir, un paso más hacia la transición energética de la comunidad moquit de San Bernardo.

A modo de conclusión, la extensión universitaria, como misión fundamental de las instituciones de educación superior, se encuentra consolidando un nuevo abordaje: la apuesta por la coconstrucción como alternativa a la transferencia de conocimiento. Actuar en cooperación con todos los actores (de ámbito empresarial, gubernamental o social) implicados en las realidades concretas sobre las que se actúa, representa una forma de trabajo bajo el que la extensión tiene mayores garantías de éxito. Sin embargo, la actuación esencial de la vinculación universitaria tiene que ver con la coconstrucción con los beneficiarios de la misma. Esto es, darles un papel activo, desde la identificación de necesidades hasta el mantenimiento y explotación de las soluciones nacidas sumando el conocimiento de la universidad con el local.

Esta propuesta de abordar la extensión universitaria adquiere aún más sentido en ciertos ámbitos. Uno de ellos es la transición energética, la cual lleva en su esencia

3. Vinculación universitaria en la cogeneración de conocimiento para la transición energética

la implicación activa de todos los actores de la sociedad, para promover una transformación desde los hábitos individuales hasta los grandes sistemas de producción. Los modelos que se eligen para llevar a cabo la transición energética, así como el conocimiento del que se parte y las formas en las que se aplica, puede hacer de este proceso una nueva experiencia de aislamiento de ciertas comunidades vulnerables. Un caso concreto es el de las poblaciones rurales, incluyendo los pueblos originarios, los cuales viven en muchas ocasiones esta transición siendo no beneficiarios de fuentes de energía tradicionales y, por tanto, no responsables directos de sus consecuencias en el medioambiente ni en el agotamiento de los recursos, y a su vez siendo de los grandes perjudicados, generalmente, por el acceso a tierras para la implantación de fuentes de energía renovables o para la extracción de materias primas requeridas para la transición, como es el caso del litio.

En contextos así, bajo la premisa de una extensión universitaria basada en la coconstrucción, estas instituciones como actores insertados en el medio tienen la oportunidad de participar en la transición energética siendo aliadas de las comunidades vulnerables. La transición energética anhela ser un proyecto de masiva implicación, para lo cual es necesario generar espacios de democratización, desde la aceptación de fuentes no convencionales de conocimiento hasta el fomento de la participación en los procesos de toma de decisiones; la universidad se sitúa como un importante potenciador de estos procesos. Los proyectos de extensión, trabajando juntamente con estas poblaciones en sus necesidades, suponen un esfuerzo para las instituciones de educación superior. Estas escogen entrar en contacto con el entorno –a veces siendo procesos largos y complejos–, en numerosas ocasiones sin contar con ninguna financiación para ello, únicamente haciendo la responsabilidad del servicio a la sociedad una realidad por el propio esfuerzo de los profesionales que lo llevan a cabo.

Se hace fundamental para la extensión universitaria –desde modelos anteriores, pero incrementado por la propuesta de la coconstrucción–, la colaboración con otros actores de la sociedad que permitan hacer posible la expansión de buenas prácticas que ya se están dando, para hacer de ellas no casos aislados, sino formas de actuar propias de la educación superior.

4

Conclusiones y recomendaciones

A medida que el mundo avanza desde los combustibles fósiles hacia las energías renovables, está surgiendo rápidamente una nueva generación de tecnologías innovadoras y de gran impacto. Sin embargo, continúan los debates cruciales sobre cómo implementar sistemas de energía renovable a nivel global, asegurando al mismo tiempo que se equilibren adecuadamente las dimensiones ambientales, sociales y económicas.



Sobre la incorporación de la dimensión social, la justicia y la ciencia abierta en la transición energética

La transición energética implica conflictos políticos y sociales que se manifiestan en distintas escalas—local, nacional y global—que a menudo se entrecruzan y generan tensiones. Se requiere la implementación de una gobernanza que no solo sea técnicamente viable, sino que construya consensos sociales capaces de impulsar una transición ecosocial justa, transformando el sentido común y generando un nuevo bloque político-cultural. La actual crisis ecosocial ya no es un problema de bienes comunes locales, sino un dilema global que exige intervención a escala planetaria. Se recomienda adoptar estrategias multiescalares que integren el compromiso local con la responsabilidad global, fomentando la gobernanza inclusiva, el diálogo social y el reconocimiento de la interconexión de los desafíos ambientales.

Las energías renovables están acercando al personal técnico y responsables políticos a la noción de territorio y al papel fundamental de las comunidades locales. Para avanzar hacia una transición equitativa, es imprescindible considerar las necesidades e intereses de las comunidades locales, ya que no hay justicia sin participación ciudadana ni democracia. No habrá transición energética y ambiental sin una transformación social que incluya cambios en los estilos de vida y ponga el cuidado en el centro. Se recomienda diseñar políticas energéticas de largo plazo que integren desde el inicio la justicia social, la sostenibilidad y la perspectiva de género, garantizando que estos principios no queden relegados en el corto plazo.

Sin embargo, hablar de intervención pública no basta: es necesario analizar los intereses de todos los actores involucrados. Se requiere profundizar sobre el rol de las empresas públicas, las alianzas público-privadas y el impacto de los modelos de explotación en las comunidades locales.

Por otro lado, los contextos culturales influyen a la hora de facilitar o dificultar la transición. Se recomienda diseñar políticas energéticas que reconozcan esta complejidad y promuevan justicia social desde una perspectiva territorial y democrática. Avanzar, por tanto, hacia una gobernanza energética descentralizada, que reconozca el valor del conocimiento local, fortalezca las capacidades institucionales y promueva una transición inclusiva, equitativa y adaptada a las realidades territoriales.

4. Conclusiones y recomendaciones

Los desafíos regulatorios que enfrenta la gobernanza de los recursos energéticos en el contexto de la transición son múltiples. Muchos marcos legales en países iberoamericanos no están del todo adaptados para gestionar eficientemente las nuevas tecnologías limpias, lo que exige una actualización normativa que garantice seguridad, eficiencia y sostenibilidad.

Asimismo, resulta clave abordar el desafío de pasar de un modelo centrado en la extracción de materias primas, como ha sido tradicional en América Latina y el Caribe, hacia uno basado en la producción sostenible. Para ello, se propone fortalecer las capacidades productivas, tecnológicas, institucionales y fiscales. La formación, el desarrollo de capacidades locales y la participación ciudadana son esenciales.

La comunidad académica y el movimiento de ciencia abierta son actores clave para alcanzar los objetivos de la transición energética. La ciencia abierta facilita el intercambio de información entre sectores como la academia, la industria y el gobierno, promoviendo soluciones innovadoras y prácticas sostenibles. Además, fomenta la inclusión de la sociedad civil y las comunidades locales, fortaleciendo la confianza pública mediante la transparencia. Esta confianza es esencial para diseñar políticas energéticas sostenibles y con respaldo social. Las redes interconectadas de ciencia abierta están creciendo y ofrecen nuevas oportunidades para avanzar hacia una transición centrada en las personas. En este contexto, se recomienda a los responsables políticos apoyar activamente la ciencia abierta como paradigma transformador, invirtiendo en infraestructuras colaborativas, promoviendo la participación ciudadana en la investigación y asegurando que el conocimiento generado contribuya directamente al desarrollo sostenible y justo a nivel global.



Sobre la incorporación de la sostenibilidad ambiental en la transición energética

La sostenibilidad ambiental evoluciona según el contexto histórico y cultural, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representan un esfuerzo global por traducir esa complejidad en acciones concretas, requiriendo enfoques integrados. Para abordar la sostenibilidad ambiental de la transición energética debe tenerse en cuenta los ODS de manera integral, observando la intersección entre producción y consumo y su relación con el capital natural, abogando por un modelo más equitativo, eficiente y centrado en el bienestar dentro de los límites planetarios mediante la adopción de enfoques sistémicos, cooperadores y centrados en la justicia social y ambiental. Las nuevas tecnologías deben combinarse con objetivos de sostenibilidad y equidad así como con una fuerte decisión ciudadana, política y social de adaptar la producción y el consumo de energía.

Los principales desafíos para la sostenibilidad que enfrenta la minería del litio en salares son: mejorar la participación de comunidades locales en los beneficios económicos; evitar o mitigar el impacto negativo sobre el balance hídrico; desarrollar una estrategia que favorezca la convivencia con otras actividades económicas; mitigar los impactos sobre las prácticas sociales y culturales de las comunidades locales; implementar buenas prácticas de relacionamiento y construir miradas compartidas entre los diferentes actores (gobiernos, academias, sociedad civil y empresas); evitar o mitigar

4. Conclusiones y recomendaciones

el impacto negativo sobre la biodiversidad de los ecosistemas; vincular la minería de litio con el aparato productivo y el sistema científico-tecnológico para formar capacidades; aumentar la transparencia y el acceso a la información económica y fiscal de la actividad minera; y mejorar la gestión de los pasivos que comportan un riesgo sobre el medio ambiente y la salud humana¹⁸. La extracción de litio requiere una cadena de valor UE–ALC justa, basada en cooperación, regulación y tecnologías menos invasivas.



Las energías renovables son esenciales para una transición energética sostenible, pero su implementación debe considerar impactos ambientales, sociales y económicos específicos de cada región. Europa y América Latina enfrentan desafíos distintos en la evaluación del impacto ambiental de la transición energética, lo que exige indicadores adaptados y metodologías armonizadas. El análisis de ciclo de vida, complementado con enfoques sociales y culturales, permite una evaluación más completa, aunque requiere su posterior adaptación para la toma de decisiones. Además, las herramientas de código abierto ofrecen oportunidades para mejorar la transparencia y colaboración. Se recomienda invertir en bases de datos locales, promover ecosistemas abiertos de información y adoptar enfoques integrales que consideren el contexto. Se requiere desarrollar marcos metodológicos, flexibles y abiertos para evaluar impactos directos e indirectos, incluyendo la extracción de materias primas críticas, con el fin de apoyar políticas energéticas sostenibles.

Es indiscutible el impacto positivo que tiene el uso de las fuentes de energía renovables en el medioambiente, pero existen retos que hay que abordar para hacer frente a los negativos. Una auténtica transición energética, esta debe ser sostenible desde una perspectiva económica, social y ambiental. Por ello se requiere mayor énfasis en la investigación y en la cooperación científica pero no solo poniendo el foco en qué se investiga (por ejemplo, nuevas tecnologías e innovaciones que contribuyan a la transición energética) sino también quién lo hace, cómo y para qué se hace. Además, una transición energética sostenible desde un punto de vista ambiental no solo supone modificar la matriz energética, sino hacerlo de manera respetuosa con el medio ambiente en cuanto al impacto negativo que pueda generar en los ecosistemas. Por último, el uso real de residuos agrícolas, forestales y urbanos como materia prima energética contribuye a la descarbonización y es una alternativa al uso intensivo de tierras y a la deforestación que puede suponer los monocultivos con la finalidad de la utilización de biomasa en la producción de energía. Igualmente, este planteamiento puede contribuir al desarrollo rural y al empleo verde en la región. La bioeconomía circular cuando dialoga con los saberes ancestrales nos ofrece un camino triplemente ganador. Una ganancia ambiental: se recuperan los ciclos naturales; una ganancia social: incluye a quienes siempre han cuidado el territorio; y una ganancia económica creando modelos sostenibles.

18

Obaya, M., Murguía, D., Freytes, C. y Allan, T. (2023). Una cadena de valor de baterías de litio justa y sostenible. Encuesta Delphi – Informe ejecutivo, Proyecto Green Dealings, Buenos Aires.



Energytran

www.energytran.oei.int

energytran@oei.int



**Financiado por
la Unión Europea**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea. Ni la Unión Europea ni autoridad financiadora pueden ser considerados responsables de ellos.

