

Transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción

Frank W. Geels, Florian Kern y William C. Clark

Síntesis

Hoy en día se reconoce ampliamente la necesidad de acelerar y profundizar la transición hacia trayectorias de desarrollo más sostenibles.

Cómo satisfacer esa necesidad ha sido el tema central de un creciente número de investigaciones académicas y de políticas implementadas en el mundo real. En este documento presentamos nuestra perspectiva sobre algunas de las ideas más importantes que han surgido de este trabajo en curso. En particular, destacamos las ideas sobre cómo se pueden conceptualizar de manera útil las transiciones hacia la sostenibilidad, cómo se producen y evolucionan, y cómo se pueden moldear y



Photo by [Simon Berger](#) on [Unsplash](#)

orientar mediante intervenciones políticas deliberadas. A lo largo del documento, también destacamos algunas de las muchas preguntas sobre el «cómo» que siguen sin respuesta y en las que sería especialmente útil avanzar para lograr el desarrollo sostenible. Nuestro enfoque de estas preguntas sobre las transiciones hacia la sostenibilidad se basa en dos líneas de investigación y asesoramiento político orientadas a la búsqueda de soluciones: una que surge de los estudios sobre cómo las sociedades humanas interactúan con la naturaleza y otra que surge de los estudios sobre cómo esas sociedades interactúan con sus tecnologías. Los sistemas de consumo y producción han sido objeto de un amplio trabajo en ambas corrientes. Para ayudar a tender puentes entre ellas, recientemente hemos reunido a un grupo representativo de académicos relevantes para un artículo especial de PNAS sobre «Transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción». Sus contribuciones se resumen en un artículo complementario que hemos escrito para presentar el especial [F. W. Geels, F. Kern, W. C. Clark, Proc. Natl. Acad. Sci. EUA (2023)]. Nos basamos en ese trabajo en la Perspectiva que presentamos aquí, así como en nuestra lectura de la bibliografía relevante.

Hace más de dos décadas, las Academias Mundiales de Ciencias emitieron un llamamiento urgente para movilizar la ciencia y la tecnología «con el fin de promover una transición mundial hacia la sostenibilidad» (1). Hoy en día, se entiende ampliamente que el objetivo de esa transición* consiste en reorientar las trayectorias de desarrollo para que promuevan de manera más equitativa el bienestar de todas las personas en el presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para definir y alcanzar su propio bienestar (2). Se han logrado avances sustanciales hacia ese objetivo. Sin embargo, las recientes crisis en cascada e interrelacionadas han descarrilado —y en algunos lugares revertido— las tendencias pasadas en la reducción del hambre y la pobreza, la mejora de la salud y la educación, y el avance del bienestar humano. En muchos lugares, también han ralentizado los esfuerzos, ya de por sí insuficientes, para conservar los sistemas que sustentan la vida en el planeta. Como resultado, la capacidad del mundo para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, negociados con tanto esfuerzo, es cada vez más dudosa (3). Es evidente que se necesita un progreso más rápido y profundo hacia la «transición hacia la sostenibilidad» pedida por las Academias Mundiales. La pregunta es «¿cómo?».

El objetivo de este documento es resumir algunas de las ideas más útiles que han surgido de la investigación sobre la cuestión de «cómo» promover la transición hacia la sostenibilidad.

En particular, destacamos las ideas sobre cómo se pueden conceptualizar de manera útil estas transiciones (sección 1), cómo se producen y evolucionan (sección 2) y cómo pueden orientarse hacia la sostenibilidad mediante políticas públicas (sección 3). A lo largo del documento, también destacamos algunas de las muchas preguntas sobre el «cómo» que siguen sin respuesta y en las que sería especialmente útil avanzar para lograr el desarrollo sostenible.

Nuestro enfoque de estas preguntas se basa en dos líneas de investigación orientadas a la búsqueda de soluciones: una que surge de los estudios sobre cómo las sociedades humanas interactúan con la naturaleza, por ejemplo, la investigación sobre sistemas socioambientales (4), y otra que surge de los estudios sobre cómo esas sociedades interactúan con sus tecnologías, por ejemplo, la investigación sobre transiciones sociotécnicas (5). Aunque ambas líneas han crecido rápidamente en las últimas dos décadas, las interacciones entre ellas son todavía relativamente limitadas (6). Este documento se basa en ambas corrientes y trata de aprovechar su enfoque común en los sistemas de consumo y producción para tender puentes entre ellas. Para ello, hemos reunido recientemente a un grupo representativo de académicos relevantes para un artículo especial de PNAS sobre «Transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción». Sus contribuciones se resumen en un documento complementario que hemos redactado para presentar el artículo especial (7). Nos basamos en ese trabajo en la Perspectiva que presentamos aquí.

1. Conceptualización de las Transiciones hacia la Sostenibilidad

La conceptualización de la «transición hacia la sostenibilidad» defendida por las Academias Mundiales era inicialmente lo suficientemente vaga como para dar cabida a muchas visiones diferentes sobre los cambios necesarios para lograr un futuro mejor. Entre los ejemplos que han recibido mayor atención pública se encuentran las transiciones hacia un futuro con una población estable, un futuro con energías renovables, un futuro con agua potable y un futuro con alimentos regenerativos.

La falta de especificidad del concepto original de «transición hacia la sostenibilidad» ha obstaculizado durante mucho tiempo el progreso acumulativo en la exploración de cómo se pueden entender y fomentar estas transiciones. Trabajos

* Los términos «transición» y «transformación» se han utilizado de forma algo intercambiable e inconsistente en la bibliografía pertinente. En este documento, utilizamos el primero para abarcar ambos conceptos.

recientes han aportado tres matizaciones conceptuales que nos parecen especialmente útiles para orientar la investigación orientada a la acción sobre las transiciones hacia la sostenibilidad. Estas matizaciones abordan las preguntas «transiciones hacia qué», «transiciones de qué» y «transiciones en qué escalas temporales y espaciales».

1.1. ¿Hacia qué Transiciones? Trayectorias de Desarrollo Más Sostenibles

La respuesta obvia es: hacia trayectorias de desarrollo más sostenibles. Sin embargo, solo recientemente se han comenzado a aceptar ampliamente métricas bien definidas para evaluar el progreso en la búsqueda de la sostenibilidad. Afortunadamente, sin embargo, en el nivel conceptual más amplio, está surgiendo un consenso en torno a que el objetivo último de la sostenibilidad deben ser trayectorias de desarrollo en las que las personas mejoren su bienestar actual de manera equitativa, es decir, sin degradar la capacidad de otras personas —en otras partes del planeta o en generaciones futuras— para definir y perseguir sus propias visiones de un mayor bienestar (2, 8). Los avances hacia ese objetivo general se siguen cada vez más mediante medidas de riqueza «inclusiva» o «integral», que tratan de captar el valor que tienen para las personas los recursos naturales y antropogénicos a los que puede recurrir el ingenio humano para mejorar el bienestar (2). Las transiciones hacia la sostenibilidad pueden —y, en nuestra opinión, deben— evaluarse, en principio, utilizando métricas integrales similares. Sin embargo, en la práctica, las limitaciones tanto de la teoría como de los datos hacen que la mayoría de los esfuerzos para promover la sostenibilidad sigan necesitando trabajar con objetivos y métricas parciales, como los recogidos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Por lo tanto, evaluar las transiciones en términos de su impacto en subconjuntos seleccionados de los ODS que, no obstante, reflejen las dimensiones sociales y ambientales de la sostenibilidad parece una ambición factible para la investigación actual.

1.1. Soluciones basadas en la naturaleza

El concepto de SbN ha evolucionado con el tiempo, dando lugar a diversas interpretaciones y definiciones [16], todas ellas enfatizan su relevancia para la conservación de la biodiversidad, los beneficios socioeconómicos y la mitigación y resiliencia al cambio climático. A pesar de las diferencias en su alcance y contexto geográfico [17,18,19,20], las SbN destacan sistemáticamente la importancia de mantener los servicios ecosistémicos y promover el bienestar humano. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) define las SbN como iniciativas diseñadas para proteger, conservar, restaurar, utilizar y gestionar de forma sostenible los ecosistemas con el fin de mejorar los esfuerzos de adaptación y mitigación, salvaguardar la biodiversidad y apoyar los medios de vida sostenibles [21]. Además de dar prioridad a los ecosistemas y la biodiversidad, las SbN contribuyen a la equidad social y económica, promoviendo la autonomía y la autodeterminación de las comunidades indígenas.

1.2. ¿Transiciones de qué? Sistemas de Consumo y Producción

Actualmente se entiende que la etapa definitiva en la que se desarrolla la búsqueda de la sostenibilidad es la del sistema naturaleza-sociedad, globalmente interconectado, en coevolución y extraordinariamente complejo (4). En ese escenario, las personas tratan de satisfacer sus necesidades de alimentación, vivienda, energía, salud, etc., aprovechando los recursos de la Tierra y el ingenio humano, con la mediación de los mercados y otras instituciones, la política y el poder (6). Cuando las trayectorias de desarrollo resultantes parecen insostenibles, los esfuerzos por promover transiciones hacia otras más sostenibles pueden, en principio, tratar de hacerlo interviniendo en cualquier parte del sistema naturaleza-sociedad. Sin embargo, en la práctica, la complejidad de ese sistema ha obstaculizado a menudo los esfuerzos por construir el tipo de teorías y conocimientos de alcance medio que podrían orientar el diseño de intervenciones susceptibles de resultar eficaces para avanzar en las transiciones hacia la sostenibilidad. No obstante, se han logrado avances notables gracias a la investigación centrada en los sistemas de consumo y producción (SCP), que constituyen subconjuntos relativamente más simples de este complejo conjunto naturaleza-sociedad (9). Basándose en

una amplia historia de estudios sobre los SCP (10), los investigadores de la transición utilizan cada vez más la perspectiva de los SCP como una potente lente analítica para examinar cómo las trayectorias del desarrollo se ven moldeadas por las fuerzas de empuje y tracción de diversos actores entre sí, mediadas por los conocimientos y tecnologías disponibles, las infraestructuras y los recursos, los mercados y las políticas, y otros factores (fig. 1). Los estudios que buscan comprender y promover las transiciones hacia la sostenibilidad probablemente serán más útiles en la medida en que puedan centrarse en las transiciones de los sistemas de consumo y producción contemporáneos.

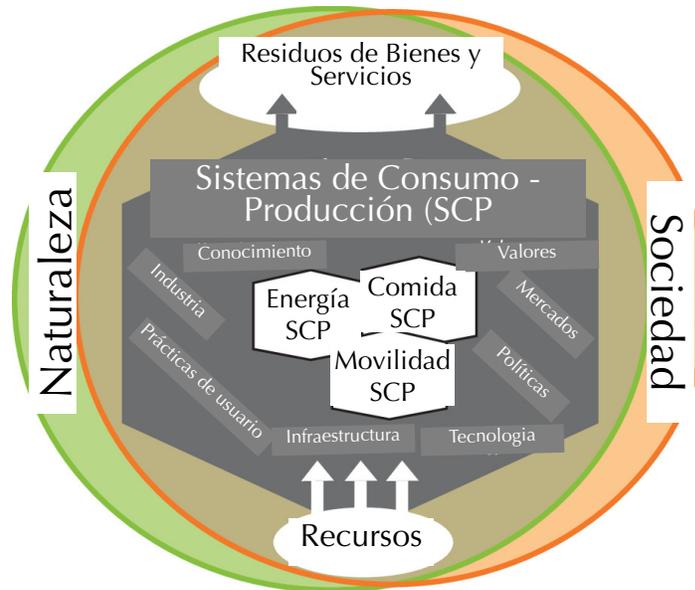


Figura 1. Sistemas de consumo y producción (SCP) en el contexto de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad. Los SCP, como constructo conceptual, pueden considerarse útilmente como un conjunto que incluye tecnologías, valores, mercados y otros elementos como los que se muestran aquí. Los SCP específicos, como los de energía, alimentación y movilidad, incluyen algunos o todos estos elementos (adaptado de las referencias 6 y 11).

1.3. ¿Transiciones a Qué Escalas? Las Grandes y Largas

Las transiciones en la interacción entre la naturaleza y la sociedad pueden producirse a todas las escalas temporales y espaciales. Sin embargo, las preocupaciones medioambientales y de equidad que centran los objetivos del desarrollo sostenible implican que los estudios sobre las transiciones hacia la sostenibilidad serán más útiles en la medida en que se centren en escalas relativamente grandes y largas. En particular, deben ser lo suficientemente grandes como para captar en qué medida el consumo que mejora el bienestar de las personas en un lugar está siendo posible gracias a la exportación desigual de prácticas de producción nocivas o contaminantes a otros lugares. Dado el alcance de la globalización en la era moderna, esto sugiere que los estudios sobre las transiciones hacia la sostenibilidad deben aspirar a adoptar perspectivas globales. Argumentos similares se aplican a la escala temporal deseable para que los estudios sobre las transiciones hacia la sostenibilidad sean útiles. En particular, las normas de sostenibilidad hacen hincapié en la equidad intergeneracional: la prosperidad de las personas de la generación actual no debe lograrse degradando de manera desigual la capacidad de las generaciones futuras para perseguir sus propias visiones de una vida buena. Este argumento normativo coincide con uno empírico: Los estudios históricos de las principales transiciones en los sistemas de consumo y producción muestran que estas suelen desarrollarse a lo largo de un par de generaciones (12).† Por lo tanto, los estudios que tratan de esclarecer las transiciones hacia la sostenibilidad deben aspirar a explorar la dinámica del cambio a escala global y multidecenal. En la práctica, los esfuerzos de investigación, especialmente en

el caso de las transiciones en curso, pueden tener que conformarse con escalas de análisis más pequeñas o más cortas. Pero el precio de tales recortes en la escala será que las afirmaciones sobre las transiciones hacia la sostenibilidad se volverán más endebles.

2. Cómo Funcionan las Transiciones hacia la Sostenibilidad

En esta sección destacamos algunos hallazgos clave de la investigación sobre cómo se producen y evolucionan las transiciones significativas en los sistemas de consumo y producción. Cada subsección identifica también cuestiones de investigación que siguen sin resolverse y en las que sería especialmente útil avanzar para permitir un progreso más rápido en las transiciones hacia un desarrollo más sostenible.

2.1. Perspectiva Multinivel sobre la Innovación y las Transiciones

La investigación sobre el desarrollo sostenible reconoce desde hace tiempo la importancia de la innovación tecnológica e institucional para llevar a cabo las transiciones necesarias en los sistemas de consumo y producción (13). No obstante, los estudios sobre los sistemas socioambientales han tenido dificultades para comprender de manera causal cómo surgen las innovaciones en esos sistemas, cómo se difunden a través de ellos y cómo, en ocasiones, contribuyen a su transformación (14). Esto comenzó a cambiar con el creciente reconocimiento de que la naturaleza y la sociedad interactúan como sistemas adaptativos complejos cuya evolución está determinada por su continua generación de novedades (15). Los avances recientes se han acelerado considerablemente gracias a las contribuciones de una comunidad de investigadores que inicialmente estudiaban las transiciones en los sistemas sociotécnicos, pero que ahora están aportando conocimientos cada vez más útiles para comprender la sostenibilidad (5). En particular, esta comunidad ha aportado a los estudios sobre sostenibilidad una visión de la innovación integrada en la sociedad, que no se limita a la invención o el descubrimiento, sino que también incluye la emergencia, la estabilización, la difusión y el cambio sistémico más amplio. Como resultado, está empezando a surgir una comprensión integrada del papel de la innovación en las transiciones hacia la sostenibilidad (4, 6).

La perspectiva multinivel (PMN) ha contribuido de manera fundamental a esta nueva comprensión, proporcionando un marco general que ha demostrado ser útil para explorar cómo la innovación puede provocar cambios a gran escala en los sistemas de consumo y producción (5, 16-19). Las investigaciones que utilizan la PMN han explorado innovaciones técnicas, sociales, institucionales y de modelos de negocio que desafían sustancialmente los sistemas de consumo y producción existentes de una o varias maneras. Las principales conclusiones de este amplio conjunto de investigaciones que son especialmente relevantes para las transiciones hacia la sostenibilidad se resumen en la figura 2 y se analizan a continuación.

2.1.1. Los Niveles

La investigación sobre la PMN ha demostrado que las innovaciones radicales suelen surgir en pequeños nichos al margen de los sistemas de consumo y producción existentes. Estos nichos forman «espacios protegidos» que protegen las innovaciones radicales de la competencia con las prácticas dominantes y, por lo tanto, fomentan las actividades pioneras de los nuevos participantes, como inventores, empresas emergentes o actores de base (20). Las innovaciones se enfrentan a duras luchas contra los sistemas de consumo y producción existentes, que están institucionalizados por «regímenes» de normas compartidas y estabilizados por mecanismos de bloqueo tecnoeconómicos, sociales, cognitivos y políticos (21, 22). Estos regímenes existentes actúan como entornos de selección para la adopción y difusión más amplia de las innovaciones emergentes de nicho, que se promueven a través de las actividades de actores emprendedores como empresas, ingenieros, usuarios, responsables políticos y grupos de interés especial. Las

innovaciones de nicho y los procesos de desarrollo y selección a nivel de régimen están influenciados por fenómenos a nivel macro o «panorama», que pueden incluir tanto tendencias de cambio lento (por ejemplo, demografía, calentamiento climático, repertorios macroculturales, preocupaciones sociales, geopolítica, tendencias macroeconómicas) como choques agudos (por ejemplo, guerras, terremotos, crisis financieras, choques del precio del petróleo, pandemias) (16). Los cambios en el panorama son en gran medida exógenos y están fuera del alcance inmediato de los actores a nivel de nicho y de régimen.

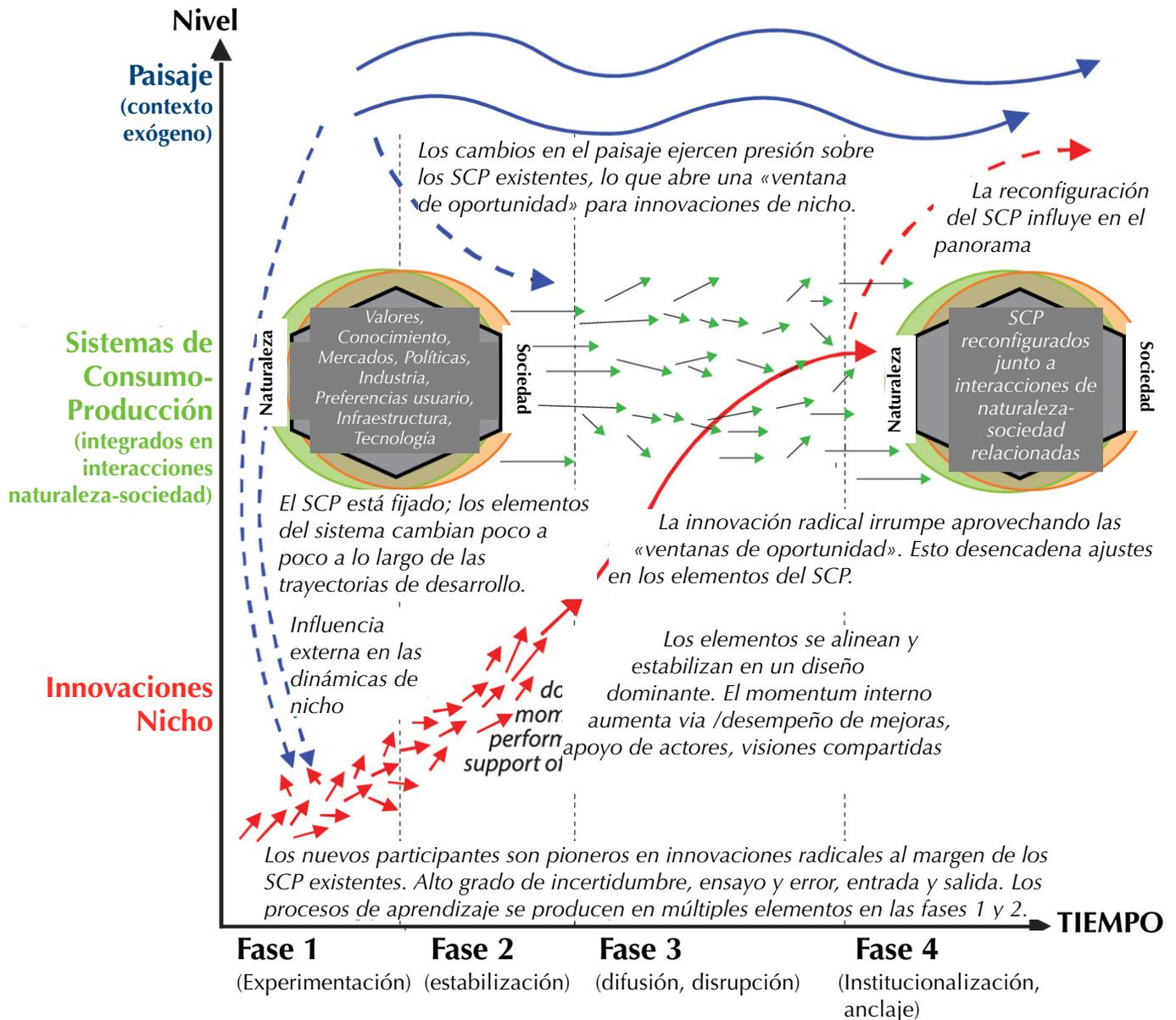


Fig. 2. Perspectiva multinivel sobre las transiciones en los sistemas de consumo-producción (adaptado de la ref. 17 para enfatizar la integración de los SCP en los sistemas naturaleza-sociedad).

2.1.2. Las fases.

Las transiciones significativas en los sistemas de consumo y producción suelen durar varias décadas. Su evolución puede dividirse de forma heurística en cuatro fases con diferentes actividades centrales y patrones de interacción multinivel. La primera fase se caracteriza por la experimentación y los proyectos a pequeña escala que permiten a los pioneros aprender sobre el rendimiento, la aceptación social y la viabilidad política de innovaciones radicales de nicho (23). En la segunda fase, las innovaciones radicales se afianzan en uno o más nichos de mercado, lo que les proporciona un flujo de recursos más fiable y un «espacio protegido». La consolidación de los procesos de aprendizaje que se producen en múltiples elementos (por ejemplo, el conocimiento, la tecnología, los mercados) y que se van alineando a lo largo de las fases 1 y 2, permite que la innovación se establezca en un «diseño dominante», lo que reduce las incertidumbres y aumenta la confianza de los actores para comprometer más recursos (17). En la tercera fase, las innovaciones radicales comienzan a difundirse en los mercados principales, lo que da lugar a luchas frontales con el régimen existente. La propagación de las innovaciones puede estar impulsada por procesos endógenos de desarrollo de nichos, como la mejora de la relación calidad-precio, el desarrollo de narrativas culturales positivas o el creciente apoyo de actores poderosos que comprometen más recursos para impulsar la innovación (24). La propagación también puede verse favorecida por acontecimientos externos que ejercen presión sobre el régimen existente y pueden dar lugar a fisuras y tensiones que crean oportunidades para una mayor difusión de las innovaciones de nicho (25). Esta tercera fase tiende a caracterizarse por luchas muy visibles, incluidas las luchas empresariales entre los nuevos participantes y los ya establecidos (26), los conflictos políticos sobre los fines y los medios (27) y las luchas culturales sobre la conveniencia y la aceptabilidad de determinadas innovaciones o trayectorias de transición (28, 29). No hay garantía de que las innovaciones de nicho ganen inevitablemente estas luchas: las innovaciones radicales pueden sufrir reveses; las tensiones del régimen pueden seguir siendo pequeñas; y los actores establecidos pueden contrarrestar con éxito la movilización en defensa del SCP existente (17). Pero cuando las innovaciones ganan sus luchas, surge una cuarta fase en la que el régimen original de consumo-producción declina y se expande uno nuevo, que se va afianzando cada vez más en instituciones, estructuras de poder, infraestructuras, prácticas de los usuarios y visiones de la normalidad modificadas. La aparición del nuevo régimen puede mejorar sustancialmente las perspectivas de desarrollo sostenible. Pero también puede tener consecuencias negativas no deseadas para la naturaleza o la sociedad (30). El declive de los regímenes existentes también puede tener efectos socioeconómicos negativos para las comunidades locales o los trabajadores, lo que ha dado lugar a debates sobre las «transiciones justas» (31) que mitigan estas consecuencias y, por lo tanto, apoyan más plenamente los objetivos de la sostenibilidad.

Algunos temas relevantes para futuras investigaciones orientadas a la PMN son los siguientes: la aceleración de la ampliación y difusión de innovaciones de nicho, esencial para abordar problemas urgentes como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad; los efectos de múltiples perturbaciones del paisaje que interactúan entre sí (como la pandemia de Covid, la guerra de Putin, la crisis del gas, la crisis del coste de la vida) en las transiciones hacia la sostenibilidad, ya que las polícrisis pueden ejercer presiones en diferentes direcciones; la incorporación de múltiples innovaciones de nicho en los sistemas de consumo y producción existentes y cómo sus interacciones pueden conducir a una reconfiguración de todo el sistema.

2.2. Reconfiguración en lugar de sustitución

La literatura inicial sobre transiciones solía asumir que el cambio de sistema se produce a través de procesos de sustitución, en los que surgen innovaciones de nicho que desplazan a las del statu quo. Esta visión alimentó una narrativa simplista según la cual la búsqueda de la sostenibilidad podía centrarse en la promoción de unas pocas tecnologías «milagrosas» o innovaciones políticas «panacea» (por ejemplo, la tasación del carbono para mitigar el cambio climático). Investigaciones más recientes han demostrado que esta visión dicotómica es demasiado simplista y

han propuesto un repertorio más amplio de procesos de cambio que se adapta mejor a la realidad de que los sistemas de consumo y producción están formados por múltiples elementos interrelacionados en una arquitectura integrada (32, 33). Esta visión moderna de cómo cambian en general los sistemas de consumo y producción hace hincapié en los procesos de reconfiguración gradual en los que las innovaciones de nicho pueden sustituir algunos elementos de los sistemas existentes, lo que a su vez puede tener efectos en cadena sobre otros elementos, desencadenando una cascada de cambios técnicos e institucionales que pueden acabar transformando la arquitectura del sistema en su conjunto (34).

Un ejemplo empírico es que la energía solar fotovoltaica, la energía eólica y la biomasa han sustituido casi por completo al carbón, pero aún no a las turbinas de gas, en la generación de electricidad en el Reino Unido durante la última década (35). Esto está provocando (de forma más lenta y renuente) nuevos cambios en la infraestructura eléctrica y en los elementos de consumo para adaptarse a las características intermitentes de la energía solar y eólica (34). Se están introduciendo innovaciones como las tecnologías de almacenamiento de electricidad (por ejemplo, las baterías), las redes inteligentes y los interconectores con otros países para flexibilizar la infraestructura de la red y que pueda adaptarse a la generación variable de energía. La introducción de innovaciones en la respuesta de apoyo a la demanda tiene como objetivo adicional flexibilizar la demanda de electricidad de los consumidores (36), lo que podría cambiar el principio operativo básico del sistema eléctrico de «la oferta sigue a la demanda» a «la demanda sigue a la oferta» (34). Estos cambios técnicos y operativos se complementan con reformas institucionales destinadas a hacer que los mercados de la electricidad sean más compatibles con un sistema basado en las energías renovables (35).

Un cambio comparable, de la perspectiva de la sustitución a la de la reconfiguración, se ha producido en nuestra comprensión del papel de los distintos actores en las transiciones. La literatura inicial sobre transiciones hacía hincapié en el papel de los agentes externos y los nuevos participantes, como las empresas emergentes, los emprendedores, los activistas de base o las comunidades locales, en el desarrollo de innovaciones de nicho y en el posible derrocamiento de los actores tradicionales que defendían el statu quo. Esta visión de David contra Goliat ha sido sustituida posteriormente por una comprensión más diferenciada que tiene en cuenta el papel potencial de los nuevos participantes en las fases iniciales, pero también reconoce que las empresas establecidas y otros actores pueden reorientarse en fases posteriores para impulsar las transiciones (37). La energía solar y las turbinas eólicas, por ejemplo, surgieron en parte gracias al trabajo de activistas del movimiento de tecnología apropiada en los años setenta y ochenta, pero posteriormente fueron desarrolladas por conglomerados técnicos y utilizadas por las empresas eléctricas. El uso compartido del automóvil, que a menudo se percibe como una innovación con potencial de sostenibilidad (38), surgió igualmente a través de iniciativas populares de persona a persona, pero se desarrolló y difundió aún más a través de modelos de negocio orientados al comercio y de empresas de alquiler de automóviles y automovilísticas ya establecidas (34). En términos más generales, los académicos están descubriendo cada vez más que diferentes tipos de actores pueden desempeñar diferentes roles en diferentes fases de las transiciones en los sistemas de consumo y producción (39-41). Y cada vez está más claro que los actores se reconfiguran fundamentalmente durante las transiciones, ajustando sus capacidades, percepciones, estrategias, intereses y, a veces, incluso sus identidades (42, 43). La razón es que las transiciones hacia la sostenibilidad son procesos abiertos que se caracterizan por profundas incertidumbres (sobre los costes futuros y el rendimiento técnico, la demanda de los consumidores y la aceptación social), cambios y ajustes en las industrias, conflictos políticos (sobre los objetivos, las estrategias y los instrumentos de las políticas) y debates sociales (sobre las innovaciones deseadas o los efectos secundarios negativos). Por lo tanto, para navegar por los procesos de transición, los responsables políticos, las empresas, los consumidores y los grupos de la sociedad civil deben participar en procesos de aprendizaje (que pueden dar lugar a ajustes en las capacidades y estrategias), procesos de búsqueda de sentido (que pueden dar lugar a ajustes en las percepciones, los intereses o las identidades), luchas de poder, maniobras para posicionarse y debates públicos con otros actores (17, 27, 44).

Sobre la base de estas consideraciones conceptuales y empíricas, sugerimos que un enfoque reconfiguracional, que acomoda ajustes longitudinales graduales en los sistemas y las propiedades de los actores, es prometedor para la investigación futura sobre las transiciones hacia la sostenibilidad, ya que ofrece una mayor tracción analítica y matices que las visiones anteriores de simple sustitución de sistemas o de nuevos participantes que desplazan a los ya establecidos.

2.3. Conexiones horizontales en las transiciones hacia la sostenibilidad

Muchos, si no la mayoría, de los estudios sobre las transiciones en los sistemas de consumo y producción se han centrado en países, regiones, ciudades o sectores concretos, y en cómo su dinámica se ve determinada por las conexiones verticales entre los niveles de nicho, régimen y paisaje que figuran en la PMN. Esto es comprensible como estrategia de investigación práctica. Sin embargo, en un mundo globalizado, las conexiones horizontales entre lugares y sectores también desempeñan un papel importante en la configuración de las trayectorias de desarrollo y su sostenibilidad (6). Estas conexiones horizontales pueden implicar flujos físicos de recursos o contaminantes, vínculos políticos entre cuestiones o agendas, acuerdos entre actores transnacionales (4), señales virtuales transmitidas por los precios u otra información, e interacciones «nexo» más complejas que implican todo lo anterior (45). Los procesos causales que determinan cómo las conexiones horizontales afectan a las transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción han sido esclarecidos por varias líneas de investigación en curso.

Por ejemplo, los trabajos sobre la geografía de las transiciones (46) ponen de relieve la variabilidad espacial y la desigualdad de las transiciones. Una consecuencia importante es que determinados países, por razones idiosincrásicas (por ejemplo, dotación de recursos específicos, compromisos políticos, fortalezas industriales), suelen iniciar el desarrollo y el uso de innovaciones radicales. Estos países líderes pueden actuar entonces como nichos protectores dentro de un régimen transnacional o global (47), asumir los costes (y los posibles beneficios) de ser los primeros en actuar e impulsar los procesos de aprendizaje que conducen a mejoras en la relación precio/rendimiento, lo que facilita que otros países sigan su ejemplo. Un ejemplo es la trayectoria de desarrollo de la energía solar fotovoltaica. Esta comenzó con la investigación sobre tecnologías de producción en los Estados Unidos durante los años setenta y ochenta, seguida de aplicaciones de nicho en el Japón en los años noventa (a través de programas de consumo subvencionados centrados en instalaciones en tejados) y de una aplicación generalizada en Alemania en la década de 2000, con el apoyo de generosas tarifas reguladas. Este mercado masivo permitió economías de escala y el aprendizaje mediante la práctica en la producción china de módulos solares fotovoltaicos, lo que los hizo más baratos y económicamente competitivos para los consumidores de energía en la década de 2010 (48).

El trabajo sobre las transiciones hacia la sostenibilidad en los países en desarrollo ha puesto aún más de relieve la importancia de diversas conexiones transnacionales para apoyar el desarrollo y el despliegue de innovaciones de nicho (49). Los investigadores, por ejemplo, encontraron cinco tipos de vínculos transnacionales que dieron forma a los experimentos de nicho de energía solar fotovoltaica en la India: a) vínculos relacionados con los actores, como la participación de empresas multinacionales, académicos, organizaciones no gubernamentales internacionales (ONGs) y organizaciones de ayuda; b) vínculos relacionados con el conocimiento a través de redes académicas o consultoras internacionales; c) vínculos relacionados con el capital financiero, como la inversión extranjera directa, las subvenciones para la cooperación técnica, la ayuda al desarrollo exterior y los préstamos de bancos de desarrollo; d) vínculos relacionados con las instituciones, como las normas impuestas por las empresas mundiales a sus proveedores o las regulaciones internacionales; y e) vínculos relacionados con la tecnología a través de la compra o la concesión de licencias de tecnologías a nivel internacional (50).

Las investigaciones sobre las cadenas de suministro han puesto de relieve que la creciente separación entre los lugares de consumo y producción que intervienen en la satisfacción de las necesidades básicas plantea retos particulares para la sostenibilidad (51). Por ejemplo, la creciente deslocalización de la manufactura de los países más desarrollados a los menos desarrollados significa que las conexiones percibidas entre la contaminación de la producción y los placeres del consumo se han vuelto cada vez más tenues y difíciles de gestionar de manera compatible con los objetivos globales de sostenibilidad (46). Una preocupación relacionada es la concentración en unos pocos países de determinados minerales y componentes técnicos que son insumos críticos para la producción de bienes o servicios considerados esenciales para satisfacer las necesidades de consumo mundial (por ejemplo, los fertilizantes en el siglo XIX, el petróleo en el siglo XX y los chips informáticos en el siglo XXI). En lo que respecta a la transición hacia energías limpias, en los países occidentales existe una creciente atención política por el suministro de minerales como el cobre, el litio, el níquel, el cobalto y los elementos de tierras raras, que se concentra en unos pocos países, como el Congo, China y Chile (52). Las preocupaciones sobre las nuevas dependencias y vulnerabilidades geopolíticas también se refieren a los componentes técnicos. En 2021, China tenía una cuota muy elevada (entre el 55 % y el 97%) de la capacidad mundial de manufactura de componentes solares fotovoltaicos, como obleas, células y módulos; componentes de turbinas eólicas, como palas, torres y góndolas; y componentes de vehículos eléctricos, como baterías, ánodos y cátodos (53), lo que le confiere una posición muy competitiva en la carrera mundial por la innovación asociada a la transición hacia las energías limpias, al tiempo que suscita preocupación por la dependencia de los países occidentales. Aprender a gestionar las nuevas dependencias, las vulnerabilidades geopolíticas y las implicaciones en materia de sostenibilidad inherentes a estos patrones de (des)conexiones horizontales entre el consumo y la producción es una preocupación cada vez más importante en las políticas nacionales de desarrollo.

Otro aspecto importante de la investigación sobre las conexiones horizontales en el ámbito de las transiciones es el «nexo» entre múltiples sistemas de consumo y producción (54, 55). Esta investigación ha ampliado la PMN para dar cabida a diversos tipos de interacciones horizontales, tales como a) innovaciones de nicho en un sistema que requieren nuevos insumos de otro sistema (por ejemplo, vehículos eléctricos que utilizan energía del sistema eléctrico, vehículos de biocombustibles que utilizan productos agrícolas), b) innovaciones de nicho que integran sistemas para crear una nueva entidad (por ejemplo, sistemas eléctricos y de calefacción que se entrelazan a través de la cogeneración de calor y energía), o c) innovaciones de nicho que conectan sistemas anteriormente separados en una configuración más amplia (por ejemplo, sistemas de pago con tarjetas inteligentes que conectan los servicios de autobús, metro y ferrocarril en sistemas de transporte urbano intermodal). Esta línea de investigación sugiere que puede ser necesario y difícil crear nuevas conexiones complementarias entre sistemas de consumo y producción anteriormente separados para avanzar en las transiciones hacia la sostenibilidad.

Las conexiones horizontales en las transiciones hacia la sostenibilidad constituyen, por lo tanto, temas de investigación interesantes, que probablemente cobrarán mayor importancia y relevancia en los próximos años, a medida que las transiciones avancen y requieran flujos más profundos de recursos financieros, técnicos y de conocimiento entre países y sistemas. Una investigación más profunda de estas conexiones horizontales tiene un potencial considerable para enriquecer la investigación sobre las transiciones hacia la sostenibilidad, incluso a través de la colaboración con otros marcos, como la teoría de la cadena de valor global y la investigación sobre el nexo.

2.4. El Ritmo de las Transiciones: Aceleración

La necesidad de transiciones rápidas hacia la sostenibilidad en los sistemas actuales de consumo y producción es ampliamente reconocida. Sin embargo, históricamente, la mayoría de las innovaciones de nicho necesarias para tales transiciones surgieron lentamente debido a retroalimentaciones negativas que se reforzaban a sí mismas en todas las

partes de los sistemas relevantes. En particular, las empresas y los usuarios pueden ser reacios a invertir, desarrollar y adquirir innovaciones debido a los altos costos, el bajo rendimiento, la escasa demanda del mercado, las incertidumbres y los sistemas bloqueados (22). Pero como los actores no invierten ni compran, las innovaciones siguen siendo caras y de bajo rendimiento, lo que les impide cobrar impulso. La energía solar fotovoltaica, las turbinas eólicas y los vehículos eléctricos, por ejemplo, tienen su origen en la década de 1970 y durante décadas se consideraron poco competitivos.

Sin embargo, afortunadamente, también hay pruebas de que las posibles transiciones en los sistemas de consumo y producción pueden acelerarse hasta alcanzar la «tercera fase» descrita anteriormente en nuestro análisis de la PMN (figura 2). En general, la aceleración se produce cuando las innovaciones alcanzan una escala crítica en acuerdos de régimen que les permiten beneficiarse de la retroalimentación positiva. Se ha demostrado que hay tres conjuntos de conductores relacionados que influyen en el ritmo de las transiciones y, por lo tanto, ofrecen oportunidades para intervenir.

El primero se refiere a factores tecnoeconómicos que reducen los costos y mejoran el rendimiento a medida que aumenta la adopción, a menudo resumidos en «curvas de aprendizaje» o «curvas de experiencia» (56). Entre los procesos relevantes se incluyen: a) el aprendizaje mediante el uso, que conduce a mejoras en los productos; b) las economías de escala en la producción, que permiten reducir el precio por unidad; c) el aprendizaje mediante la práctica, que conduce a la mejora de las técnicas y los procesos de manufactura; d) el aumento de la disponibilidad de innovaciones complementarias que mejoran el rendimiento; y e) las externalidades de red, ya que la creciente disponibilidad de infraestructuras y redes mejora la funcionalidad de los productos (57).

Un segundo conjunto complementario de conductores que pueden acelerar las transiciones tiene que ver con la experiencia subjetiva de los agentes implicados. Entre los procesos relevantes se incluyen: a) el aprendizaje empírico y la creación de sentido, en los que los agentes tienen creencias positivas (en las innovaciones) que conducen a acciones y experiencias que, a su vez, pueden reforzar las creencias previas y aumentar el compromiso con nuevas acciones (44); b) la retroalimentación de las políticas, en la que las empresas de nuevas tecnologías en expansión tienen mayor acceso político y poder de cabildeo, lo que puede conducir a políticas más sólidas que apoyen una mayor difusión de la innovación (58); y c) los debates públicos positivos que mejoran los significados culturales de las innovaciones, lo que, a su vez, aumenta su deseabilidad para su uso y la legitimidad del apoyo político (28).

Por último, la aceleración de las transiciones en los sistemas de consumo y producción también puede verse impulsada por medidas que debiliten o incluso deslegitimen el régimen existente (59). Entre los procesos pertinentes pueden figurar: a) la retirada del apoyo político; b) la pérdida de poder de los actores tradicionales; o, de manera más general, c) la promoción de normas sociales contrarias (25, 60). Todos estos procesos son evidentes en las campañas contemporáneas para promover sistemas energéticos más sostenibles mediante el debilitamiento de los regímenes de combustibles fósiles. Pero también son instructivos los datos a menor escala. El escándalo del «Dieselgate» de 2015, por ejemplo, debilitó la percepción pública de los coches diésel y contribuyó a la prohibición de la venta de coches diésel y de gasolina (actualmente para 2030 en el Reino Unido y para 2035 en la UE). Los responsables políticos del Reino Unido también impulsaron la eliminación del carbón de la generación de energía, primero introduciendo un precio mínimo para el carbono (lo que encareció el carbón) y luego, en 2015, anunciando planes para eliminar gradualmente la energía generada por carbón para 2025 (61). Y la aceleración de la transición hacia dietas bajas en carne desde mediados de la década de 2010 se ha visto estimulada por discursos públicos cada vez más negativos sobre la carne en relación con el impacto climático, las cuestiones de bienestar animal, los problemas de seguridad alimentaria y los efectos sobre la salud (62).

Sin embargo, la desestabilización de los regímenes sigue siendo relativamente poco frecuente. En muchos países y sistemas, los responsables políticos siguen apoyando a los actores y las prácticas establecidos (tanto en el lado de la producción como en el de la consumo) con generosas subvenciones a los combustibles fósiles y a la ganadería y la agricultura intensivas, que ascenderán a 1,25 billones de dólares en 2022 (63), la concesión de nuevas licencias para la explotación de petróleo y gas, y normas y reglamentos laxos sobre prácticas nocivas. Este apoyo, combinado con las estrategias de resistencia y retraso de los actores tradicionales (64), puede obstaculizar o subvertir la aceleración de las transiciones, que por lo tanto no deben darse por sentadas.

El ritmo del cambio y la aceleración en particular son temas importantes para futuras investigaciones, ya que el calentamiento climático, la pérdida de biodiversidad y el agravamiento de la desigualdad son problemas urgentes que requieren transiciones aceleradas en esta década para limitar sus efectos. Si bien en la sección 2.1 ya se pedía que se prestara más atención a la aceleración de la ampliación y la difusión de innovaciones de nicho, el debate anterior destaca más específicamente la importancia de investigar más a fondo los conductores tecnoeconómicos y agenciales del cambio (65) y la posible resistencia de los actores establecidos. Por encima de todo, se necesita una mayor capacidad para evaluar qué innovaciones e intervenciones son más susceptibles de promover transiciones hacia trayectorias de desarrollo más sostenibles para el mundo en su conjunto, en lugar de transiciones que beneficien a sectores, inversores o países concretos. Abordamos este último reto con más detalle en la sección 3.2.

2.5. Tensiones entre la Profundidad y la Velocidad de las Transiciones

Para abordar los problemas de sostenibilidad, se necesitan transiciones rápidas y profundas (entendidas como una remodelación de las arquitecturas de los sistemas) en los sistemas de consumo y producción. Sin embargo, en la actualidad, muchas de las transiciones que se están produciendo presentan tensiones preocupantes entre la velocidad y la profundidad del cambio (34, 66).

Por un lado, muchas de las innovaciones de nicho que se están difundiendo rápidamente (por ejemplo, los vehículos eléctricos, la energía solar fotovoltaica, las turbinas eólicas, las proteínas alternativas) no son «profundas»: en su mayoría implican la sustitución de elementos técnicos, pero no requieren una revisión sistémica de los sistemas de consumo y producción en su conjunto (aunque pueden suponer cierta ampliación de las infraestructuras, las rutinas de los usuarios o los modelos de negocio). Estas innovaciones están impulsadas cada vez más por empresas ya establecidas e inversores financieros que pueden y están dispuestos a impulsar un cambio relativamente rápido si se les incentiva con atractivos planes de subvenciones o si perciben oportunidades comerciales. Sin embargo, en general, estos actores prestan menos atención a las cuestiones de sostenibilidad, como la deliberación inclusiva, la justicia, la equidad y el bienestar (66, 67).

Por otro lado, las innovaciones de nicho con potencial para provocar los cambios más profundos en los sistemas de consumo y producción necesarios para la transición hacia la sostenibilidad (por ejemplo, cambios en las prácticas sociales y las infraestructuras, como el uso compartido de vehículos, los servicios de movilidad, la agroecología, la prosumición de electricidad o las microrredes) siguen siendo escasas y se difunden lentamente. En algunos casos, esto se debe a que esas innovaciones de nicho se encuentran solo en las primeras fases de transición y pueden ir seguidas de cambios más profundos a medida que se difunden más ampliamente. Pero también es cierto que muchos consumidores, productores y responsables políticos se muestran reacios a comprometerse con cambios profundos en la medida en que los perciben como poco atractivos, costosos o difíciles de aplicar. La resistencia activa a las transiciones que despojarían de poder a los actores tradicionales que se benefician del statu quo es claramente un factor a tener en cuenta (68).

Esta tensión entre la profundidad y la velocidad de las transiciones plantea un dilema, ya que las innovaciones de nicho con potencial para producir cambios modulares relativamente rápidos mediante mejoras incrementales o sustituciones pueden no ser lo suficientemente radicales como para promover transiciones significativas hacia la sostenibilidad a largo plazo, mientras que las innovaciones de nicho con cambios «más profundos» pueden difundirse demasiado lentamente para hacer frente a crisis en las que el tiempo es un factor crítico. Los académicos están respondiendo actualmente a este dilema con una división del trabajo. Algunos continúan haciendo llamamientos basados en pruebas para que se produzcan cambios más profundos, con la esperanza de que, en algún momento, los actores poderosos respondan desarrollando, aplicando y estimulando esos cambios transformadores. Otros académicos están investigando cómo y en qué condiciones los rápidos cambios técnicos en los elementos del sistema pueden tener efectos en cadena que desencadenen reconfiguraciones más profundas de los sistemas de consumo y producción en su conjunto, lo que los encaminaría hacia la sostenibilidad. Ambas líneas de trabajo son necesarias, pero sin duda sería útil una mayor integración.

3. Gobernanza de las Transiciones hacia la Sostenibilidad

A partir de las ideas clave sobre cómo se producen las transiciones descritas en la sección 2, pasamos ahora a analizar importantes conclusiones de la investigación sobre cómo gestionar políticamente las transiciones y qué instrumentos y procesos políticos son más susceptibles de resultar útiles a este respecto.

3.1. Combinaciones de Políticas para Fomentar las Transiciones hacia la Sostenibilidad

Dado que las transiciones hacia la sostenibilidad son procesos complejos y no lineales que se desarrollan a lo largo de múltiples fases, no existen soluciones políticas milagrosas. En cambio, las investigaciones han demostrado que los responsables políticos deben tratar de fomentar estas transiciones con combinaciones de políticas coherentes y bien orientadas que aborden todo el espectro de las actividades de consumo y producción y se ajusten con el tiempo (68, 69). Nos basamos aquí en una reciente revisión sistemática de la literatura (70) que identificó varios puntos de intervención política potenciales, que pueden entenderse en términos de las fases de transición presentadas en la sección 2.

En las fases de experimentación y estabilización de las transiciones, los responsables políticos deben estimular la aparición y el desarrollo de una variedad de innovaciones de nicho con subvenciones para investigación y desarrollo, proyectos piloto y contratación pública, junto con la articulación de objetivos y visiones que marquen el rumbo a seguir. En la fase de difusión, los responsables políticos deben estimular la ampliación y el despliegue de innovaciones de nicho prometedoras (mediante subvenciones a la adopción, subvenciones de capital, inversiones en infraestructuras y regulaciones). Al mismo tiempo, también deben desestabilizar la configuración dominante de los sistemas de consumo y producción (mediante instrumentos de fijación de precios y regulaciones más estrictas, que podrían incluir políticas de eliminación gradual, como las aplicadas a la generación de electricidad a partir del carbón en el Reino Unido o al motor de combustión interna en la Unión Europea) (59). Dado que la eliminación gradual de las prácticas existentes puede tener consecuencias sociales y económicas negativas, los responsables políticos comprometidos con el desarrollo sostenible también deben prestar apoyo a las regiones, los trabajadores y las comunidades afectados negativamente, ayudándoles a reorientarse hacia formas más sostenibles de satisfacer sus medios de vida y desarrollar trayectorias de transición justas (31). Una combinación de políticas bien diseñadas en cada fase puede generar bucles de retroalimentación positiva entre las políticas de transición y los cambios sobre el terreno en los sistemas de consumo y producción, lo que conduce a dinámicas que se refuerzan a sí mismas (58, 71).

Una cuestión pendiente es cómo diseñar combinaciones de políticas que permitan sortear los posibles conflictos de sostenibilidad, por ejemplo, entre el rendimiento medioambiental y la distribución equitativa de los beneficios y las cargas (72) a lo largo de las trayectorias de transición. También hay cuestiones pendientes sobre el calendario detallado y la interacción entre las políticas de eliminación gradual y de apoyo a la innovación, así como sobre la gestión de los retos de equidad asociados a las políticas de eliminación gradual (73). Por lo tanto, en la siguiente subsección se presentan ideas sobre las estrategias políticas para fomentar las transiciones hacia la sostenibilidad.

3.2. Estrategias políticas para fomentar las transiciones

Las transiciones hacia la sostenibilidad son procesos profundamente políticos, ya que los objetivos futuros son controvertidos y las estrategias implican decisiones sobre la dirección, la profundidad y la velocidad del cambio. Además, existen múltiples trayectorias de transición con diferentes compensaciones entre los impactos ambientales y sociales, cada una con diferentes ganadores y perdedores. Los actores establecidos tienen interés en proteger el statu quo y, por lo tanto, suelen intentar bloquear las políticas eficaces o moldear los procesos de formulación de políticas para que se adapten a sus intereses. A menudo lo consiguen gracias a su poder político y a su acceso a los responsables políticos (74), lo que significa que las estrategias políticas para fomentar las transiciones no deben dar por sentado que todos los responsables políticos apoyarán las medidas destinadas a promover la sostenibilidad o el bienestar general. Los políticos también tienen intereses propios específicos (como la reelección). Este hecho puede hacer poco atractivo aplicar políticas que puedan suponer «sacrificios» a corto plazo para los votantes (como el aumento de los precios), pero que a largo plazo puedan reportar beneficios positivos para la sostenibilidad.

Para navegar por la difícil política de las transiciones hacia la sostenibilidad, los defensores del cambio deben, por lo tanto, construir estrategias políticas explícitas, como la creación de coaliciones de reforma, la creación de nuevos centros de poder, el control de los cabildos poderosos, el aislamiento de los intransigentes y la compensación de los perdedores (27). En términos de la perspectiva multinivel, esto significa que es importante facultar a los actores de nicho que, con el tiempo, pueden convertirse en poderosos aliados políticos para desafiar el dominio de los actores establecidos en la formulación de políticas (71). En términos más generales, es esencial crear amplias coaliciones políticas que incluyan a los sindicatos, las empresas orientadas a la sostenibilidad y los actores financieros, así como a los defensores de causas medioambientales o sociales (75). También puede ser necesario compensar o ayudar a los «perdedores» de la transición hacia la sostenibilidad mediante políticas de transición justa, como el Pacto Verde Europeo, con su compromiso de «no dejar a nadie atrás», y la creación de un Mecanismo y un Fondo para una Transición Justa (76).

Las visiones y estrategias políticas tienen que estar abiertas al cambio durante las transiciones hacia la sostenibilidad debido a las luchas políticas, los contextos cambiantes del «panorama» macroeconómico o macropolítico, los procesos de aprendizaje sobre el terreno y las consecuencias no deseadas. Las investigaciones sobre las políticas del Reino Unido, por ejemplo, mostraron que los responsables políticos modificaron sustancialmente sus estrategias de transición hacia una electricidad con bajas emisiones de carbono a lo largo del tiempo (lo que llevó a un cambio de énfasis en la energía nuclear, la energía eólica marina, la energía eólica terrestre y la energía solar fotovoltaica) en respuesta a los problemas de implementación, las mejoras tecnológicas y los cambios en los contextos macroeconómicos (por ejemplo, la crisis financiera, las recesiones y el Brexit) (35). Estos cambios pueden conceptualizarse en términos de trayectorias de transición y puntos de ramificación, en los que las decisiones críticas de los actores pueden influir en la dirección o la velocidad de las transiciones (35, 77). Se trata de una vía de investigación prometedora para seguir investigando la gobernanza de las posibles tensiones entre la profundidad y la velocidad de las transiciones hacia la sostenibilidad.

Si bien la «política de élites» (entre los responsables políticos, los partidos y las partes interesadas poderosas, como las empresas) se investiga cada vez más en la literatura, las investigaciones futuras también deberían centrarse más en la «política de masas» de las transiciones hacia la sostenibilidad, incluida la influencia y el uso potenciales del voto económico, la opinión pública, las normas sociales y la aceptación social (78). En particular, sigue sin estar claro en qué medida los movimientos juveniles vocales y las protestas de las ONG, que a menudo se reportan en los medios de comunicación, conducen a cambios más amplios en la política de masas del desarrollo sostenible.

3.3. Evaluación de las Políticas de Transición hacia la Sostenibilidad

Si bien los conceptos de transición hacia la sostenibilidad están cada vez más presentes en los discursos políticos a nivel municipal, nacional e internacional, los instrumentos políticos implementados rara vez están a la altura del desafío. Uno de los problemas es que las estrategias políticas para la transición hacia sistemas alimentarios cero-netos o sostenibles rara vez abordan de manera integral la magnitud y la velocidad de las medidas y los cambios que es necesario adoptar ahora de forma equitativa. Por lo tanto, existe el riesgo de que el concepto de transición se apropie en los discursos políticos para señalar que se producirá (o será necesario que se produzca) algún tipo de cambio, sin indicar realmente la profundidad y la velocidad de los cambios necesarios en los sistemas de consumo y producción.

Otro problema es que la evaluación y el asesoramiento en materia de políticas siguen estando dominados en gran medida por una lógica de optimización (económica), en la que se utilizan modelos para identificar la forma más barata de alcanzar los objetivos (como ahorrar una tonelada de emisiones de carbono). Sin embargo, desde una perspectiva de transición a largo plazo, la rentabilidad de los instrumentos políticos o las trayectorias de transición no es la única preocupación. También es importante evaluar si las políticas logran fomentar procesos de cambio que puedan propiciar transiciones hacia sistemas de consumo y producción más sostenibles. Este enfoque de las políticas orientado a los procesos parte de una teoría del cambio adecuada sobre cómo se desarrollan normalmente las transiciones y, a continuación, trata de evaluar las políticas en función de su contribución a la dinámica fundamental de la transición (19, 79). Por lo tanto, el seguimiento de las transiciones y la evaluación de las políticas deben evolucionar conjuntamente y estimular un proceso de aprendizaje continuo destinado a evaluar los progresos, identificar los problemas y las oportunidades y ajustar las políticas.

Este enfoque difiere muy significativamente de las evaluaciones clásicas (principalmente ex ante) de las políticas, que se centran en los efectos económicos de los instrumentos políticos y seleccionan el más óptimo desde el punto de vista económico. Si bien los modelos y herramientas clásicos son poderosos y siguen siendo importantes para realizar análisis económicos de coste-beneficio, también tienen limitaciones, como la simplificación excesiva de las realidades sociales, la atención limitada a los actores y los comportamientos, la dependencia excesiva de los mecanismos económicos y la atención limitada a los procesos de implementación en el mundo real (80). Por lo tanto, deberían enriquecerse o complementarse con conocimientos o enfoques que evalúen las políticas de transición hacia la sostenibilidad utilizando una comprensión más detallada de las innovaciones, los actores y las instituciones concretas de determinados países y sistemas. Por lo tanto, las investigaciones futuras deberían esforzarse más por desarrollar modelos multidimensionales más completos de las transiciones a largo plazo en los sistemas de consumo y producción, o por desarrollar enfoques puente que utilicen múltiples herramientas analíticas, como modelos informáticos, evaluaciones de proyectos locales y análisis sociotécnicos de la transición. Algunos académicos especializados en transición ya han iniciado este diálogo con la comunidad de modelización (80-82), pero siguen existiendo muchos retos en relación con los enfoques puente o la traducción de conocimientos detallados sobre los procesos de transición a enfoques de modelización formalizados, que puedan utilizarse para realizar evaluaciones más completas de las políticas de transición.

3.4. Cambios en el Paradigma Político

Gobernar las transiciones hacia la sostenibilidad también requiere cambios en el paradigma político. Uno de estos cambios es que la política medioambiental (por ejemplo, la relativa al clima o la biodiversidad) debe estar mucho más interrelacionada con la política económica, industrial, comercial, de seguridad y de bienestar. Esto está empezando a ocurrir (aunque principalmente con un enfoque económico) en la política climática, donde los países occidentales se han mostrado más preocupados por su dependencia de unos pocos países (como China) para la importación de minerales críticos (como el litio, el níquel y el cobalto) y componentes técnicos (como células solares, obleas, palas de aerogeneradores y baterías) que son insumos importantes para la transición hacia la energía limpia. Las preocupaciones sobre la seguridad geopolítica y la competitividad global dieron lugar a la Ley de Reducción de la Inflación de 2023 en los Estados Unidos, cuyo objetivo es impulsar la manufactura nacional y el despliegue de tecnologías de energía limpia, mientras que la Comisión Europea introdujo la Ley de Industria Cero-Neto 2023 con ambiciones similares. La mitigación del cambio climático se ha alineado así con políticas macropolíticas y macroeconómicas más amplias, lo que probablemente acelerará el desarrollo y la difusión de tecnologías bajas en carbono.

La rápida difusión de los vehículos eléctricos también tendrá importantes consecuencias macroeconómicas y macropolíticas, que hasta ahora han recibido menos atención política. Dado que la transición hacia los vehículos eléctricos reduce considerablemente la demanda de petróleo, mejorará significativamente la balanza de pagos de los países importadores de petróleo (por ejemplo, en Europa y Asia) y afectará negativamente a las economías de los países productores de petróleo como Arabia Saudí, Estados Unidos, Rusia y Canadá, lo que probablemente tendrá más ramificaciones geopolíticas (83). Por lo tanto, las transiciones hacia la sostenibilidad pueden generar nuevas oportunidades, pero también nuevas dependencias y conflictos. Por lo tanto, investigar la interacción entre las transiciones hacia bajas emisiones de carbono y la política de seguridad nacional es una vía importante para la investigación futura (84).

Otro cambio importante tras décadas de neoliberalismo es la creciente aceptación en los países occidentales de que el Estado tiene un papel importante en la configuración de las trayectorias de desarrollo socioeconómico (85). Aunque este cambio se vio catalizado por consideraciones geopolíticas y macrocompetitivas, así como por la pandemia de COVID-19 y la reciente crisis del gas, es probable que también afecte a la capacidad de los responsables políticos para configurar las transiciones hacia la sostenibilidad, especialmente dado que, como se ha señalado anteriormente, cada vez están más interrelacionadas múltiples consideraciones. Sin embargo, un factor que complica la situación es el auge del populismo de derecha (86), que se alimenta del resentimiento popular generalizado y fomenta activamente los problemas de aceptación social de las políticas de sostenibilidad, lo que conduce a una creciente politización. Por lo tanto, el papel cambiante del Estado en el contexto de un cambio político más amplio es otra vía importante para futuras investigaciones (87).

4. Conclusiones

La investigación sobre las transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción ha avanzado significativamente en la última década, generando conocimientos conceptualmente diferenciados y empíricamente fundamentados sobre la dinámica de los cambios a largo plazo y a gran escala. Esta investigación desplaza el foco de atención de los objetivos y metas futuros a los procesos de cambio del mundo real que podrían contribuir a alcanzar esos objetivos. El enfoque en los sistemas de consumo y producción ayuda a esta investigación a proporcionar resultados concretos, tangibles y relevantes para las políticas, que complementan la investigación macroscópica centrada en el sistema Tierra y en economías y sociedades en su conjunto. También destaca los conocimientos obtenidos

al centrarse en escalas más amplias y procesos a más largo plazo que los que son objeto de gran parte de la investigación sobre proyectos de sostenibilidad en comunidades concretas o sistemas socioambientales locales. La innovación es fundamental en las transiciones hacia la sostenibilidad, pero siempre en relación con los procesos de cambio social, cultural, político, empresarial y ambiental. La innovación también se extiende más allá de la investigación y el desarrollo para incluir la introducción en el mercado, la difusión y la reconfiguración de los sistemas. Este documento de perspectiva discutió hallazgos importantes de dos líneas de investigación, una sobre cómo las sociedades humanas interactúan con la naturaleza y otra sobre cómo esas sociedades interactúan con sus tecnologías. Estas líneas se fertilizan cada vez más entre sí y desarrollan una comprensión más completa. En lo que respecta a la dinámica del cambio, destacamos la importancia de los procesos multinivel (con innovaciones prometedoras en nichos que luchan contra regímenes arraigados), de la reconfiguración (en lugar de la sustitución), de las conexiones horizontales (por ejemplo, a través de las fronteras nacionales), de los posibles conductores de transiciones aceleradas y de las tensiones entre la velocidad y la profundidad del cambio. En cuanto a cómo se pueden configurar y orientar las transiciones hacia la sostenibilidad mediante intervenciones deliberadas, destacamos la importancia de combinar (de forma variable) instrumentos políticos, estrategias políticas, el papel y las limitaciones de la evaluación de las políticas de transición y el papel potencial de los cambios en los paradigmas políticos. A pesar de los importantes avances, siguen existiendo importantes e interesantes interrogantes de investigación, lo que es un buen augurio para la investigación futura sobre las transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción.

Referencias:

1. InterAcademy Partnership (IAP), IAP Statement on Transition to Sustainability (IAP, 2000).
2. J. E. Stiglitz, J.-P. Fitoussi, M. Durand, *Measuring What Counts: The Global Movement for Well-Being* (New Press, 2019).
3. United Nations, *The Sustainable Development Goals Report 2023: Special edition* (United Nations, 2023).
4. C. Folke et al., Our future in the Anthropocene biosphere. *Ambio* 50, 834–869 (2021).
5. J. Köhler et al., An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 31, 1–32 (2019).
6. W. C. Clark, A. G. Harley, Sustainability science: Toward a synthesis. *Ann. Rev. Env. Resour.* 45, 331–386 (2020).
7. F. W. Geels, F. Kern, W. C. Clark, System transitions research and sustainable development: Challenges, progress, and prospects. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, this issue 2023–10070 (2023).
8. World Bank, *The Changing Wealth of Nations 2021: Managing Assets for the Future* (World Bank, 2021).
9. F. W. Geels, A. McMeekin, J. Mylan, D. Southerton, A critical appraisal of sustainable consumption and production research: The reformist, revolutionary and reconfiguration positions. *Global Environ. Chang.* 34, 1–12 (2015).
10. C. Wang, P. Ghadimi, M. K. Lim, M.-L. Tseng, A literature review of sustainable consumption and production: A comparative analysis in developed and developing economies. *J. Clean. Prod.* 206, 741–754 (2019).
11. European Environment Agency, *Sustainability Transitions: Policy and Practice* (EEA, 2019).
12. A. M. Arranz, Lessons from the past for sustainability transitions? A meta-analysis of socio-technical studies *Global Environ. Chang.* 44, 125–143 (2017).
13. L. D. Anadon et al., Making technological innovation work for sustainable development. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 113, 9682–9690 (2016).
14. T. Miller et al., The future of sustainability science: A solutions-oriented research agenda. *Sustain. Sci.* 9, 239–246 (2013).
15. C. Folke et al., Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecol. Soc.* 15, 9 (2010).
16. F. W. Geels, Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Res. Pol.* 31, 1257–1274 (2002).
17. F. W. Geels, Socio-technical transitions to sustainability: A review of criticisms and elaborations of the multi-level perspective. *Curr. Opin. Env. Sust.* 39, 187–201 (2019).
18. J. Markard, R. Raven, B. Truffer, Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Res. Pol.* 41, 955–967 (2012).
19. F. Kern, Using the multi-level perspective on socio-technical transitions to assess innovation policy. *Technol. Forecast. Soc.* 79, 298–310 (2012).
20. A. Smith, R. Raven, What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Res. Pol.* 41, 1025–1036 (2012).
21. L. Fuenfschilling, B. Truffer, The structuration of socio-technical regimes—Conceptual foundations from institutional theory. *Res. Pol.* 43, 772–791 (2014).
22. A. Klitkou, S. Bolwig, T. Hansen, N. Wessberg, The role of lock-in mechanisms in transition processes: The case of energy for road transport. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 16, 22–37 (2015).
23. F. Sengers, A. J. Wiecek, R. Raven, Experimenting for sustainability transitions: A systematic literature review. *Technol. Forecast. Soc.* 145, 153–164 (2019).
24. F. W. Geels, V. Johnson, Towards a modular and temporal understanding of system diffusion: Adoption models and socio-technical theories applied to Austrian biomass district-heating (1979–2013). *Energ. Res. Soc. Sci.* 38, 138–153 (2018).
25. B. Turnheim, F. W. Geels, Regime destabilisation as the flipside of energy transitions: Lessons from The history of the British coal industry (1913–1997). *Energ. Pol.* 50, 35–49 (2012).

26. B. Turnheim, B. K. Sovacool, Forever stuck in old ways? Pluralising incumbencies in sustainability transitions. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 35, 180–184 (2020).
27. J. Meadowcroft, Engaging with the politics of sustainability transitions. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 1, 70–75 (2011).
28. C. Roberts, F. W. Geels, Public storylines in the British transition from rail to road transport (1896–2000): Discursive struggles in the multi-level perspective. *Sci. Cult.* 27, 513–542 (2018).
29. B. K. Sovacool, S. Griffiths, The cultural barriers to a low-carbon future: A review of six mobility and energy transitions across 28 countries. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 119, 109569 (2020).
30. S. Axon, J. Morrissey, Just energy transitions? Social inequities, vulnerabilities and unintended consequences. *Build. Cities.* 1, 393–411 (2020).
31. S. Abram et al., Just transition: A whole-systems approach to decarbonisation. *Clim. Pol.* 22, 1033–1049 (2022).
32. A. McMeekin, F. W. Geels, M. Hodson, Mapping the winds of whole system reconfiguration: Analysing low-carbon transformations across production, distribution and consumption in the UK electricity system (1990–2016). *Res. Pol.* 48, 1216–1231 (2019).
33. S. Bui, Enacting transitions: The combined effect of multiple niches in whole system reconfiguration. *Sustainability* 13, 6135 (2021).
34. F. W. Geels, B. Turnheim, *The Great Reconfiguration: A Socio- Technical Analysis of Low- Carbon Transitions in UK Electricity, Heat, and Mobility Systems* (Cambridge University Press, 2022).
35. P. Pearson, J. Watson, The unfolding low-carbon transition in the UK electricity system. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, this issue, 2022–06235 (2023).
36. M. Lockwood, Transforming the grid for a more environmentally and socially sustainable electricity system in Great Britain is a slow and uneven process. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, this issue, 2022–07825 (2023).
37. T. Magnusson, V. Werner, Conceptualisations of incumbent firms in sustainability transitions: Insights from organisation theory and a systematic literature review. *Bus. Strateg. Environ.* 32, 903–919 (2023).
38. T. Meelen, K. Münzel, The uphill struggles of carsharing in the Netherlands. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, this issue, 2022–06197 (2023).
39. J. Schot, L. Kanger, G. Verbong, The roles of users in shaping transitions to new energy systems. *Nat. Energ.* 1, 16054 (2016).
40. P. Kivimaa et al., Passing the baton: How intermediaries advance sustainability transitions in different phases. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 31, 110–125 (2019).
41. D. G. Victor, F. W. Geels, S. Sharpe, *Accelerating the Low Carbon Transition: The Case for Stronger, More Targeted and Coordinated International Action* (Energy Transition Commission, 2019).
42. F. Kern, Ideas, institutions, and interests: Explaining policy divergence in fostering ‘system innovations’ towards sustainability. *Environ. Plan. C* 29, 1116–1134 (2011).
43. I. Vormedal, J. Bjander, M. Lie Larsen, M. Lindberg, Technological change and the politics of decarbonization: A re-making of vested interests? *Environ. Innov. Soc. Trans.* 47, 100725 (2023).
44. B. van Mierlo, P. J. Beers, Understanding and governing learning in sustainability transitions: A review. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 34, 255–269 (2020).
45. J. Liu et al., Nexus approaches to global sustainable development. *Nat. Sustain.* 1, 466–476 (2018).
46. F. Munro, The geography of socio-technical transitions: Transition-periphery dynamics. *Geograph. J.* 185, 447–458 (2019).
47. L. Fuenfschilling, C. Binz, Global socio-technical regimes. *Res. Pol.* 47, 735–749 (2018).
48. G. F. Nemet, *How Solar Energy became Cheap: A Model for Low- Carbon Innovation* (Earthscan from Routledge, 2019).
49. A. J. Wiecezorek, Sustainability transitions in developing countries: Major insights and their implications for research and policy. *Environ. Sci. Pol.* 84, 204–216 (2018).
50. A. J. Wiecezorek, R. Raven, F. Berkhout, Transnational linkages in sustainability experiments: A typology and the case of solar photovoltaic energy in India. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 17, 149–165 (2015).
51. M. Chisholm, “The increasing separation of production and consumption” in *The Earth as Transformed by Human Action*, B. L. Turner et al., Eds. (Cambridge University Press, 1990), pp. 87–102.
52. International Energy Agency, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (IEA, 2022).
53. International Energy Agency, *Energy Technology Perspectives 2023* (IEA, 2023).
54. R. Raven, G. Verbong, Multi-regime interactions in the Dutch energy sector: The case of combined heat and power technologies in the Netherlands 1970–2000. *Techno. Anal. Strateg. Man.* 19, 491–507 (2007).
55. D. Rosenbloom, Engaging with multi-system interactions in sustainability transitions: A comment on the transitions research agenda. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 34, 336–340 (2020).
56. R. Way, M. C. Ives, P. Mealy, J. D. Farmer, Empirically grounded technology forecasts and the energy transition. *Joule* 6, 2057–2082 (2022).
57. W. B. Arthur, Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *Econ. J.* 99, 116–131 (1989).
58. D. L. Edmondson, F. Kern, K. S. Rogge, The co-evolution of policy mixes and socio-technical systems: Towards a conceptual framework of policy mix feedback in sustainability transitions. *Res. Pol.* 48, 103555 (2019).
59. B. Turnheim, The historical dismantling of tramways as a case of destabilisation and phase-out of established system. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, this issue, 2022–06227 (2023).
60. A. Stirling, How deep is incumbency? A ‘configuring fields’ approach to redistributing and reorienting power in socio-material change. *Energ. Res. Soc. Sci.* 58, 101239 (2019).
61. F. W. Geels et al., The enactment of socio-technical transition pathways: A reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). *Res. Pol.* 45, 896–913 (2016).
62. J. Mylan, J. Andrews, D. Maye, The big business of sustainable food production and consumption: Exploring the transition to alternative proteins. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, this issue, 2022–07782 (2023).
63. R. Damania et al., *Detox Development: Repurposing Environmentally Harmful Subsidies* (World Bank, 2023).
64. R. F. Goldberg, L. N. Vandenberg, Distract, delay, disrupt: Examples of manufactured doubt from five industries. *Rev. Env. Health* 34, 349–363 (2019).
65. F. W. Geels, M. Ayoub, A socio-technical transition perspective on positive tipping points in climate change mitigation: Analysing seven interacting feedback loops in offshore wind and electric vehicles acceleration. *Technol. Forecast. Soc.* 193, 122639 (2023).
66. P. J. Newell, F. W. Geels, B. K. Sovacool, Navigating tensions between rapid and just low-carbon transitions. *Environ. Res. Lett.* 17, 041006 (2022).
67. T. M. Skjølvold, L. M. A. Coenen, Are rapid and inclusive energy and climate transitions oxymorons? Towards principles of responsible acceleration. *Energ. Res. Soc. Sci.* 79, 102164 (2021).
68. J. Meadowcroft, D. Rosenbloom, Governing the net zero transition: Strategy, policy, and politics. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, this issue, 2022–07727 (2023).

69. F. Kern, K. S. Rogge, M. Howlett, Policy mixes for sustainability transitions: New approaches and insights through bridging innovation and policy studies. *Res. Pol.* 48, 103832 (2019).
70. L. Kanger, B. K. Sovacool, M. Noorkõiv, Six policy intervention points for sustainability transitions: A conceptual framework and a systematic literature review. *Res. Pol.* 49, 104072 (2020).
71. J. Meckling, N. Kelsey, E. Biber, J. Zysman, Winning coalitions for climate policy. *Science* 349, 1170–1171 (2015).
72. D. Cipler, J. Harrison, Transition tensions: Mapping conflicts in movements for a just and sustainable transition. *Environ. Polit.* 29, 1–22 (2019).
73. A. Rinscheid, D. Rosenbloom, J. Markard, B. Turnheim, From terminating to transforming: The role of phase-out in sustainability transitions. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 41, 27–31 (2021).
74. M. Lockwood, C. Mitchell, R. Hoggett, Unpacking ‘regime resistance’ in low-carbon transitions: The case of the British Capacity Market. *Energy Res. Soc. Sci.* 58, 101278 (2019).
75. D. Hess, Energy democracy and social movements: A multi-coalition perspective on the politics of sustainability transitions. *Energy Res. Soc. Sci.* 40, 177–189 (2018).
76. T. Leppänen, D. Lieferink, Agenda-setting, policy formulation, and the EU institutional context: The case of the Just Transition Fund. *Europ. Pol. Anal.* 8, 51–67 (2022).
77. D. Rosenbloom, B. Haley, J. Meadowcroft, Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. *Energy Res. Soc. Sci.* 37, 22–36 (2018).
78. N. Schmid et al., Elite vs. mass politics of sustainability transitions. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 41, 67–70 (2021).
79. D. Rosenbloom, J. Markard, F. W. Geels, L. Fuenfschilling, Why carbon pricing is not sufficient to mitigate climate change—and how “sustainability transition policy” can help. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 117, 8664–8668 (2020).
80. B. Turnheim et al., Evaluating sustainability transitions pathways: Bridging analytical approaches to address governance challenges. *Global Environ. Chang.* 35, 239–253 (2015).
81. A. Hof, D. Vuuren, F. Berkhout, F. W. Geels, Understanding transition pathways by bridging modelling, transition and practice-based studies: Editorial introduction to the special issue. *Technol. Forecast. Soc.* 151, 119665 (2020).
82. N. E. Selin, A. Giang, W. C. Clark, Progress and opportunities for modeling dynamic systems for sustainable development. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* (2023), in press.
83. J.-F. Mercure et al., Reframing incentives for climate policy action. *Nat. Energy* 6, 1133–1143 (2021).
84. P. Kivimaa, M. H. Sivonen, Interplay between low-carbon energy transitions and national security: An analysis of policy integration and coherence in Estonia, Finland and Scotland. *Energy Res. Soc. Sci.* 75, 102024 (2021).
85. B. Allan, J. I. Lewis, T. Oatley, Green industrial policy and the global transformation of climate politics. *Global Environ. Polit.* 21, 1–19 (2021).
86. B. Lockwood, M. Lockwood, How do right-wing populist parties influence climate and renewable energy policies? Evidence from OECD countries. *Global Environ. Polit.* 22, 12–37 (2022).
87. P. Johnstone, P. Newell, Sustainability transitions and the state. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 27, 72–82 (2018).
88. F. W. Geels, The hygienic transition from cesspools to sewer systems (1840–1930): The dynamics of regime transformation. *Res. Pol.* 35, 1069–1082 (2006).

Vínculos relacionados:

- La Alianza Global Jus Semper
- Víctor M. Toledo: [¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad?](#)
- Álvaro de Regil Castilla: [Transitando a Geocracia – Paradigma de la Gente y el Planeta y No el Mercado — Primeros Pasos](#)
- Álvaro de Regil Castilla: [La Insoportable Falta de Conciencia de Nuestra Crisis Ecológica Existencial](#)
- Álvaro de Regil Castilla: [Provocando la Toma de Conciencia y Acción para Geocracia](#)
- Ian Angus y Claudia Antunes: [Una Civilización Ecológica Tendrá que Ser Socialista](#)
- Tom Selje et al: [Adaptación al Cambio Climático Basada en la Comunidad](#)
- Dirk Holemans: [La Transición Justa Consiste en un Cambio Sistémico](#)
- Nubia Barrera Silva: [El Litio y las Contradicciones en la Transición Energética que Devasta el Sur Global en Pro del Norte Global](#)
- Nicholas Bainton et al: [El Nexo Energía-Extractivas y la Transición Justa](#)
- Milena Büchs y Max Koch: [Desafíos para la transición hacia el decrecimiento: El debate sobre el bienestar](#)
- Vicente López: [No habrá transición ecológica sin transición social y laboral](#)
- Jorge Riechmann: [Sobre transiciones energéticas y transiciones ecológicas](#)
- Johan Rockström et al: [Los Límites Seguros y Justos del Sistema Tierra](#)
- Jason Hickel, Aljoša Slameršak: [Los Actuales Escenarios de Mitigación del Cambio Climático Perpetúan las Desigualdades Coloniales](#)
- John Bellamy Foster: [Civilización Ecológica, Revolución Ecológica](#)

- ❖ **Acerca de Jus Semper:** La Alianza Global Jus Semper aspira a contribuir a alcanzar un etos sostenible de justicia social en el mundo, donde todas las comunidades vivan en ámbitos verdaderamente democráticos que brinden el pleno disfrute de los derechos humanos y de normas de vida sostenibles conforme a la dignidad humana. Para ello, coadyuva a la liberalización de las instituciones democráticas de la sociedad que han sido secuestradas por los dueños del mercado. Con ese propósito, se dedica a la investigación y análisis para provocar la toma de conciencia y el pensamiento crítico que generen las ideas para la visión transformadora que dé forma al paradigma verdaderamente democrático y sostenible de la Gente y el Planeta y NO del mercado.
- ❖ **Autores: Frank W. Geels a,1, Florian Kern b, and William C. Clark c. Author affiliations:** a: Manchester Institute of Innovation Research, Alliance Manchester Business School, The University of Manchester, Manchester M15 6PB, United Kingdom; b: Institute for Ecological Economy Research, Berlin 10785, Germany; and c: Harvard Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge, MA 02138.
- ❖ **Acerca de este trabajo:** Todos los datos del estudio se incluyen en el texto principal. **Agradecimientos:** Este artículo es una contribución invitada al especial de PNAS sobre «Transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción». Agradecemos a los dos revisores y al editor sus comentarios perspicaces y sus sugerencias constructivas. También agradecemos a los autores de las demás contribuciones al especial sus aportaciones. Agradecemos el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente, Territorio y Mar de Italia a través de su donación al Programa de Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad de Harvard. Agradecemos al Consejo Editorial y al personal de PNAS por invitarnos a participar en este especial, por apoyar su desarrollo y por garantizar su disponibilidad sin barreras de pago. **Contribuciones de los autores:** F.W.G., F.K. y W.C.C. redactaron el artículo. **Conflictos de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. **Editado por:** Ruth DeFries, Universidad de Columbia, Nueva York, NY; recibido el 15 de junio de 2023; aceptado el 4 de octubre de 2023. 13 de noviembre de 2023. 120 (47) e2310070120. Este artículo forma parte de un especial sobre transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción. La recopilación de todos los artículos especiales de PNAS en el portal Sustainability Science está disponible aquí: <https://www.pnas.org/sustainability-science>. Copyright © 2023 los autores. **Este artículo fue publicado originalmente en inglés por PNAS Perspective. Este artículo es de acceso abierto y se distribuye bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND).** (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>).
- ❖ **Cite este trabajo como:** Frank W. Geels, Florian Kern y William C. Clark — Transiciones hacia la sostenibilidad en los sistemas de consumo y producción - Publicado en castellano por La Alianza Global Jus Semper, julio de 2025.
- ❖ **Etiquetas:** capitalismo, democracia, transiciones hacia la sostenibilidad, producción, consumo, paradigmas políticos, políticas de transición, elaboradores de políticas.
- ❖ La responsabilidad por las opiniones expresadas en los trabajos firmados descansa exclusivamente en su(s) autor(es), y su publicación no representa un respaldo por parte de La Alianza Global Jus Semper a dichas opiniones.



Bajo licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

© 2025. La Alianza Global Jus Semper
Portal en red: https://www.jussemper.org/Inicio/Index_castellano.html