

Innovación verde en América Latina y el Caribe: marco conceptual

Preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo por:

Totti Könnölä
Pablo del Río González
Javier Carrillo-Hermosilla
Fernando J. Díaz López

Sector de Instituciones
para el Desarrollo

División de Competitividad,
Tecnología e Innovación

División de Cambio Climático

NOTA TÉCNICA N°
IDB-TN-2704

Innovación verde en América Latina y el Caribe: marco conceptual

Preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo por:

Totti Könnölä, Insight Foresight Institute y Universidad de Alcalá
Pablo del Río González, Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Javier Carrillo-Hermosilla, Universidad de Alcalá
Fernando J. Díaz López, EIT Climate KIC y Stellenbosch University

Mayo 2023

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Innovación verde en América Latina y el Caribe: marco conceptual / Totti Könnölä, Pablo del Río González,
Javier Carrillo-Hermosilla, Fernando J. Díaz López.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2704)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Circular economy-Latin America. 2. Circular economy-Caribbean Area. 3. Technological innovations-
environmental aspects-Latin America. 4. Technological innovations-Environmental aspects-Caribbean Area.
5. Industries-Environmental aspects-Latin America. 6. Industries-Environmental aspects-Caribbean Area.
7. Sustainable development-Latin America. 8. Sustainable development-Caribbean Area. I. Könnölä, Totti.
II. Río González, Pablo del. III. Carrillo-Hermosilla, Javier. IV. Díaz López, Fernando Javier. V. Banco
Interamericano de Desarrollo. División de Competitividad, Tecnología e Innovación. VI. Banco Interamericano de
Desarrollo. División de Cambio Climático. VII. Serie.
IDB-TN-2704

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative
Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) ([http://
creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode)) y puede ser reproducida para cualquier uso no-
comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a
arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin
distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y
requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del
Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Resumen*

La innovación verde puede desempeñar un papel central en la transición a un nuevo modelo de desarrollo sostenible en la región de América Latina y el Caribe. Este documento desarrolla un marco conceptual para la intervención pública en este ámbito, considerando distintas tipologías de instrumentos y elaborando recomendaciones para la implementación efectiva de políticas integrales de promoción de la innovación verde en los países de en la región. El documento concluye que, además de fomentar las capacidades de la región para la generación de tecnologías verdes, es clave apoyar el desarrollo de las capacidades necesarias para absorber tecnología externa y adaptarla al contexto local.

Clasificación JEL: O31, O33, O54, Q55

Palabras clave: innovación verde, eco-innovación, innovación ambiental, América Latina, Caribe

* Esta publicación es parte de las actividades del Cluster de Cambio Climático de la División de Competitividad, Tecnología e Innovación del Banco Interamericano de Desarrollo y fue coordinada por Matteo Grazzi, especialista senior de la división. Los autores agradecen los comentarios de Javier Amores Salvado, Raul Delgado, Sandra Lopez y Vanessa Prieto Sandoval.

Índice

1. La innovación verde.....	3
Introducción	5
La innovación verde en diversas áreas de intervención publica	9
Innovación verde para el desarrollo económico e industrial.....	12
Innovación verde para la acción climática y las energías sostenibles	14
Innovación verde en el área de biodiversidad y ecosistemas.....	15
Innovación verde en el área de océanos y regiones insulares.....	16
Innovación verde en el área de desarrollo social	17
2. Intervención pública para la innovación verde	18
Introducción	18
Barreras a la innovación verde	19
Determinantes y barreras internas a la empresa.....	20
Determinantes y barreras externas a la empresa	21
Dificultad de intervención para la innovación verde.....	23
Instituciones, políticas e instrumentos.....	24
Condiciones marco	26
Instrumentos.....	32
Combinación de políticas (policy mixes).....	35
Introducción.....	35
Diversas perspectivas de ciclo de vida	36
Transición a la sostenibilidad	38
3. Intervención pública adaptada al contexto nacional.....	41
4. Conclusiones.....	45
Referencias.....	47

1. La innovación verde

La economía actual, una economía lineal de “usar y tirar”, genera una cantidad de residuos asombrosa, lo que implica una pérdida de valor igualmente disparatada. Según Circle Economy (2021), solo el 8,6% de la economía actual del mundo es realmente circular. Como muestran el Plan de Acción de la Unión Europea para una Economía Circular, vigente desde 2015, o la Ley de Promoción de la Economía Circular aprobada en 2009 en China, muchos países ya tienen presente que este sistema lineal aumenta su exposición a grandes riesgos por la volatilidad de los precios de los recursos y las posibles interrupciones del suministro, que han quedado patentes con la crisis por la pandemia de COVID-19. Por lo tanto, más allá del deterioro del medio ambiente, a veces irreversible, el conjunto de consecuencias del modelo lineal es un desafío fundamental para el crecimiento económico y la creación de riqueza a largo plazo.

En cuanto a las políticas para la recuperación económica pospandemia, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2021) destaca los principios que deben considerarse para una recuperación que, efectivamente, considere el medio ambiente y el cambio climático. Otras instituciones, como el Fondo Monetario Internacional o la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) también han destacado la necesidad de alinear dicha recuperación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y de diseñar políticas sostenibles como pilar de las estrategias de desarrollo.

En este sentido, el papel de la innovación verde (también conocida como ecoinnovación, innovación ambiental o innovación sostenible) será central para fomentar un nuevo modelo de crecimiento económico, donde los activos naturales puedan continuar proporcionando los recursos y servicios ambientales necesarios para el bienestar de las generaciones presentes y futuras. La innovación verde incluye tanto la creación y comercialización de nuevas tecnologías de frontera más benignas ambientalmente que las alternativas relevantes (sobre la base del ciclo de vida), así como la difusión y adopción de tecnologías nuevas más verdes, pero ya disponibles a nivel comercial en las empresas (Banco Mundial, 2012). El beneficio ambiental puede ser el objetivo principal o un efecto secundario involuntario de la misma (OCDE, 2011).

En el momento de elaborarse este informe, se espera que la pandemia de COVID-19 siga afectando a corto y a mediano plazo a la economía mundial, y en particular a la región de América Latina y el Caribe (ALC), con impactos duraderos. La caída de 7,4% en un solo año del producto interno bruto (PIB) en 2020 en ALC fue la mayor de la que se tiene registro. Se perdieron 26 millones de empleos y se espera que la pobreza extrema y moderada aumente en unos 5 puntos porcentuales (BID, 2021).

Dentro de su gravedad, el reciente frenazo en la economía mundial, y en particular en la región de ALC, también puede leerse como una oportunidad para arrancarla de nuevo con una orientación más sostenible mediante la innovación verde. Es posible aprovechar esta oportunidad para plantear soluciones alternativas a viejos problemas y necesidades, para innovar y rediseñar un modelo equivocado de creación de valor económico,

demostrando que es insostenible. No se trata de hacer “menos malo” lo que ya se hace mal, poniendo filtros en desagües y chimeneas, enterrando los residuos o reciclándolos parcialmente en productos de menor valor. Se trata de innovar, de hacer las cosas de un modo diferente que permita compatibilizar la sostenibilidad del crecimiento socioeconómico con la del sistema natural: se trata de transitar con urgencia a economías resilientes al clima, de emisiones netas cero y con una mayor protección al medio ambiente, y a ello puede contribuir la economía circular (EC).

Según Circle Economy (2021), adoptar una hoja de ruta hacia la EC permitiría allanar el camino a las transformaciones sistémicas necesarias para corregir el rumbo de la economía global, yendo mucho más allá de las limitaciones de la política actual y las promesas climáticas nacionales. Circle Economy estima que los actuales compromisos tan solo cubrirán el 15% del camino hacia la contención del aumento de 2 °C en el mundo para 2032, y que la transición a la EC permitiría cubrir el otro 85%.

La EC representa, además, una gran oportunidad para los países y las empresas. Se estima que podría generar un valor próximo a US\$4,5 billones en 2030 (Lacy, Long y Spindler, 2020), así como abundantes oportunidades de empleo y una mayor innovación. No hay duda de que la transición hacia una EC es un vector de cambio económico, social y ambiental sobre el que se debería apoyar la recuperación de ALC y la construcción de su competitividad futura.

Sin embargo, las iniciativas de políticas de innovación verde en la región de ALC han sido esporádicas y heterogéneas en su forma y ejecución (Rodríguez et al., 2017). Una de las razones que subyacen a esta situación es la presencia de diversas brechas de conocimiento en el área que limitan la capacidad de los responsables de las políticas públicas para diseñar e implementar intervenciones efectivas.

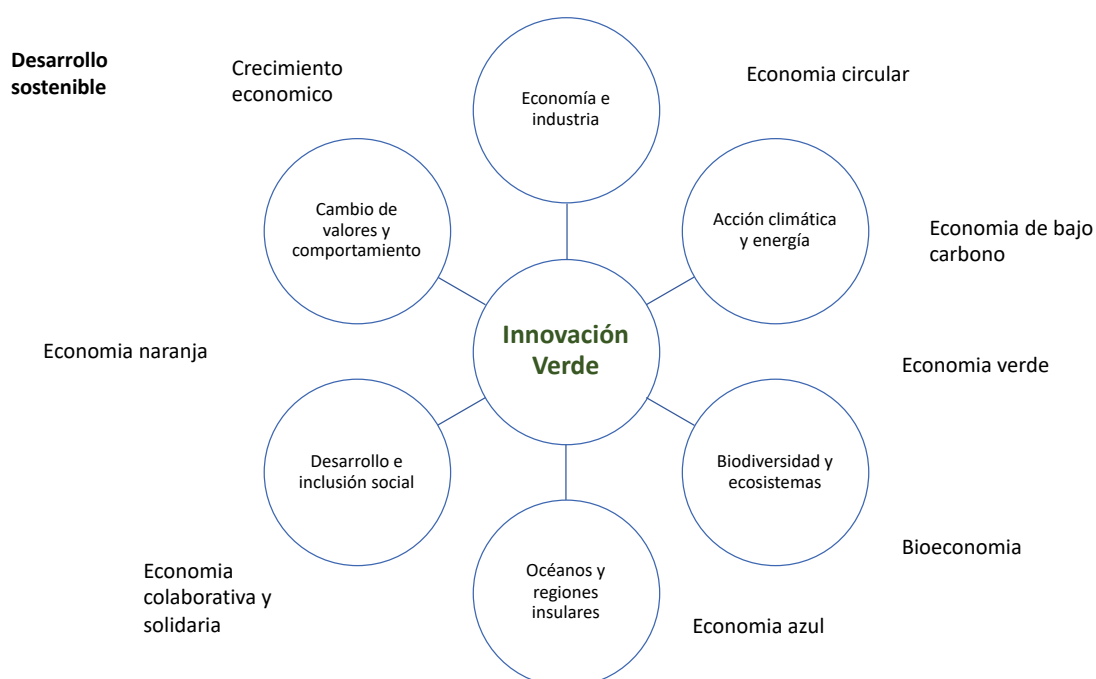
Este documento plantea un marco de política pública que pretende servir como base para una recuperación y un crecimiento económico sostenible en la región, al tiempo que pretende identificar instrumentos e intervenciones de política pública relevantes. Para ello, el documento se estructura en tres bloques de contenidos, con los siguientes objetivos:

- Proponer una definición operativa de los conceptos de innovación verde, EC, bioeconomía y otros conceptos relevantes en el marco de un modelo de recuperación y desarrollo sostenible para la región de ALC, evidenciando puntos en común y diferencias, así como los potenciales beneficios económicos y sociales.
- Establecer un marco conceptual de intervención pública para el desarrollo y el despliegue de la innovación verde en ALC, considerando distintas tipologías de instrumentos e intervenciones e incluyendo ejemplos relevantes de buenas prácticas internacionales.
- Proponer recomendaciones para la implementación de políticas integrales de promoción de la innovación verde en los países de ALC.

Introducción

La innovación verde en sus diferentes formas, que se abordarán en este capítulo, ofrece una oportunidad para la recuperación económica a corto y mediano plazo, y sienta las bases para una transición tecnoeconómica hacia la reestructuración profunda de la economía a mediano y largo plazo. Para conceptualizar esta reestructuración esperada, en los últimos años han emergido varios enfoques y términos relacionados con los objetivos de desarrollo sostenible y la innovación verde (gráfico 1).

Gráfico 1. Innovación verde y términos relacionados



Fuente: elaboración propia.

El concepto de desarrollo sostenible y la idea de que el medio ambiente y el desarrollo social y económico son interdependientes han generado un interés creciente en los poderes políticos y la sociedad en los últimos años. Este debate, iniciado a principios de la década de los setenta, se consolidó en la agenda internacional con la publicación del Informe Brundtland en 1987. Según la Comisión Brundtland, el desarrollo sostenible satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

En 2015, con el establecimiento de los ODS en la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, los líderes mundiales consensuaron un marco de actuación a este respecto. Se definieron 17 ODS que, a su vez, constan de 169 metas concretas. Las acciones para conseguir alcanzar estas metas se iniciaron el 2015 y se desarrollarán hasta el 2030. A efectos del presente informe, cabe destacar que el ODS 8 se enfoca en promover el crecimiento económico

inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para toda la humanidad, y el ODS 13 propone actuar de forma urgente contra el cambio climático. El Acuerdo de París se adoptó también en 2015, tres meses después de la Agenda 2030, y establece objetivos globales que están conectados con la Agenda 2030 y sus ODS. En cierta forma, podría decirse que ambos comparten objetivos, pero los del Acuerdo de París¹ están incluidos en la Agenda 2030, que es más amplia pues no solo aborda el cambio climático. No es menos cierto que, aunque todos los ODS deban abordarse conjuntamente, la escala de los riesgos del cambio climático y de las transformaciones exigidas para mitigarlo provoca que el objetivo climático haya sido identificado como el más urgente (Pauthier y Cochram, 2020), y así ha sido reconocido recientemente por las Naciones Unidas, cuyo informe sobre los ODS menciona que el área más urgente para la acción es, en este momento, el cambio climático (Naciones Unidas, 2019).

Entre las aproximaciones a la mencionada transición tecnoeconómica también se encuentra el concepto de la economía verde, que durante la última década se ha convertido en un importante marco de políticas para la sostenibilidad. Presenta un marco atractivo para desarrollar sociedades eficientes en el uso de recursos, con menos emisiones de carbono, menos dañinas para el medio ambiente y más inclusivas socialmente. Por ejemplo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define una economía verde como baja en carbono, eficiente en el uso de recursos y socialmente inclusiva. En una economía verde, el crecimiento del empleo y los ingresos están impulsados por la inversión pública y privada en actividades económicas, infraestructura y activos que permitan reducir las emisiones de carbono y la contaminación, mejorar la eficiencia energética y de los recursos, y prevenir la pérdida de biodiversidad y servicios de los ecosistemas (PNUMA, 2021). Por su parte, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2018) aboga por una economía descarbonizada, ya que un mundo consistente con los objetivos del Acuerdo de París (un mundo que limite el aumento de las temperaturas a 1,5 °C-2 °C) tiene que reducir sus emisiones en un 45% para el 2030 y alcanzar emisiones netas cero para el 2050.

Es pertinente continuar mejorando la medición de las transformaciones de la economía verde, incluyendo datos más accesibles y marcos más amplios para medir las interacciones entre economía, sociedad y medio ambiente. Por ello, la medición de la economía verde debe ir más allá del PIB como medida central del progreso y realizar un seguimiento de la economía verde transformadora (Georgeson et al., 2017).

Un concepto muy cercano a la economía verde es el de bioeconomía referida a: 1) una economía basada en el consumo y la producción de bienes y servicios derivados del uso directo y la transformación sostenibles de recursos biológicos, incluidos los desechos de biomasa generados en los procesos de

¹ Los objetivos del Acuerdo de París son los siguientes:

1. Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, lo que requiere alcanzar emisiones netas cero para el 2050.
2. Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático.
3. Alinear los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones.

transformación, producción y consumo; 2) el aprovechamiento del conocimiento de los sistemas, principios y procesos naturales, y 3) las tecnologías aplicables al conocimiento y la transformación de los recursos biológicos y a la emulación de procesos y principios biológicos (Rodríguez et al., 2017).

Otro concepto cercano, pero enfocado en un ámbito concreto, es el de economía azul, que tiene su origen en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río+20, celebrada en Río de Janeiro en junio de 2012. Desde entonces, se han formulado muchas definiciones del concepto, que enfatizan el papel de los mares y océanos en el desarrollo sostenible.² Según el Banco Mundial, por ejemplo, la economía azul es el “uso sostenible de los recursos oceánicos para el crecimiento económico, la mejora de los medios de vida y el empleo mientras se preserva la salud del ecosistema oceánico” (Banco Mundial, 2018). Las nuevas tecnologías o soluciones ofrecen oportunidades para fomentar la sostenibilidad de la economía oceánica a largo plazo. En este área, el BID ha sido muy activo y ha iniciado las plataformas de colaboración (BID, 2020a) y convocatorias de innovación (BID, 2018), entre otras.

Entre estos diferentes conceptos, la EC está captando quizás más interés que ninguno, tanto de las empresas como de los responsables políticos. Según la Ellen Macarthur Foundation (2012), este modelo alternativo a la economía lineal predominante está basado en los tres principios siguientes: diseñar para reducir los desperdicios (basura) y la contaminación, mantener en uso los equipos y materiales más tiempo y regenerar los sistemas naturales. La aplicación de estos tres principios implica el cambio de las cadenas de valor y de los modelos de negocio, de modo que hagan posible la transformación de toda la economía hacia un nuevo paradigma de sistema más sostenible. Este concepto se relaciona con el de ecoeficacia, desarrollado más adelante, consistente en buscar el reemplazo de los procesos lineales por procesos circulares que permitan que los materiales mantengan o incluso aumenten su valor dentro del sistema económico y natural.

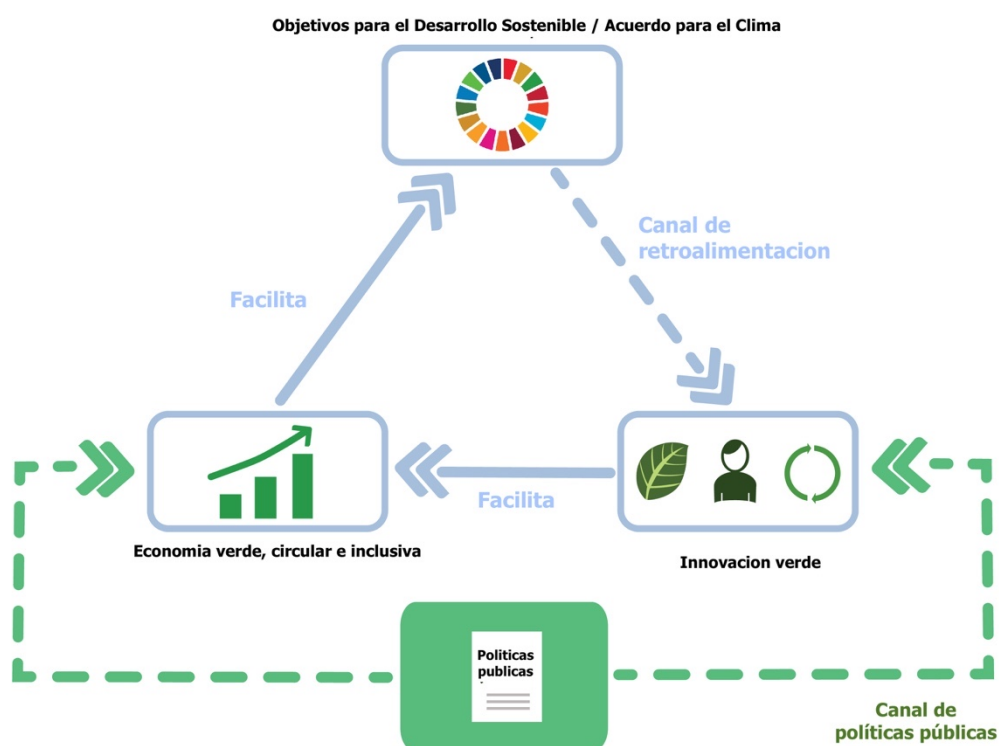
Más allá de los conceptos directamente vinculados con la gestión y la política del medio ambiente, es relevante extender la atención también a la economía digital. Mientras carece de una definición ampliamente aceptada, se trata de la producción económica derivada, única o principalmente, de tecnologías digitales con un modelo de negocio basado en bienes o servicios digitales. Knickrehm et al. (2016) plantean que la economía digital es la porción de la producción económica total derivada de una serie de insumos digitales amplios, tales como habilidades digitales, equipo digital (hardware, software y equipos de comunicaciones) y los bienes y servicios digitales intermedios utilizados en la producción. La transformación digital ofrece grandes oportunidades tanto para la ecoeficiencia como para la ecoeficacia.

² Conviene aclarar que el autor, Gunter Pauli (2010), utiliza el mismo término de economía azul para designar a la economía basada en la regeneración de los ecosistemas en una lógica de abundancia y autonomía, inspirándose en la naturaleza para tomar lo necesario y funcionar en simbiosis con ella.

La tecnología digital permite un cambio fundamental en la forma en que funciona la economía, ofreciendo posibilidades de virtualización radical, desmaterialización e incluso inmaterialización de la economía. Considera, por ejemplo, la venta y mayor transparencia en el uso de productos digitales y flujos de materiales, al mismo tiempo que se crean nuevas formas de operar y participar en la economía para productores y usuarios. En base a la combinación de los sistemas ciberfísicos de producción, los big-data, la minería y el análisis de datos, el Internet de las cosas y los nuevos mercados, los nuevos modelos de negocio digitales proporcionan grandes oportunidades para una creación de valor económico más sostenible (Könnölä, 2020).

En el resto de este documento se detalla cómo la política pública puede contribuir a la transición de la sociedad y la economía hacia la sostenibilidad, en los términos que recogen los anteriores marcos conceptuales. Así, los ODS ofrecen la orientación a las intervenciones para la innovación verde, como factores de cambio y reestructuración en la economía (gráfico 2).

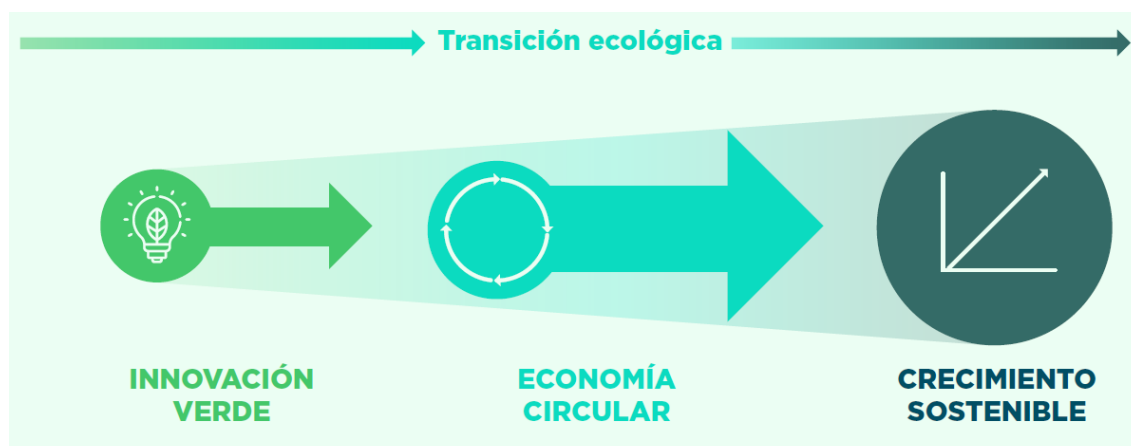
Gráfico 2. Innovación verde y reestructuración de la economía para alcanzar los ODS



Fuente: Díaz López et al. (2018).

En el gráfico 3 se muestra de modo simplificado la relación entre innovación verde, circularidad y crecimiento. Así, las innovaciones verdes constituyen la base para la reestructuración y la transición hacia la EC, que a modo de lente amplificadora, garantiza un mayor impacto sobre los ODS, permitiendo compatibilizar el crecimiento económico con la capacidad natural del planeta para dar soporte a tal desarrollo.

Gráfico 3. Relaciones entre innovación verde, circularidad y crecimiento



Fuente: elaboración propia.

La innovación verde en diversas áreas de intervención pública

La urgencia de los cambios hacia la mayor sostenibilidad ha llevado a una creciente aplicación del concepto de innovación en la gestión y las políticas ambientales. En el manual de Oslo (OCDE/Eurostat, 2018), la OCDE entiende por innovación un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o que la unidad ha puesto en uso (proceso). Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación. Más allá del ámbito de la empresa, la innovación ocurre en todo tipo de organizaciones. Por ello, en términos generales, la innovación es un proceso sistémico de cambio tecnológico o social que consiste en la invención de un cambio y en su aplicación práctica.

A partir de las definiciones de innovación, se puede decir que la innovación verde, también conocida como ecoinnovación, innovación ecológica, innovación ambiental o innovación del medio ambiente sostenible, es una innovación que mejora los resultados ambientales en comparación con los productos y procesos establecidos.

De acuerdo con Grazzi et al. (2019), innovación verde son los bienes y servicios, procesos, métodos de marketing, estructuras organizativas y arreglos institucionales nuevos o significativamente mejorados que, con o sin intención, conducen a mejoras ambientales en comparación con las alternativas relevantes.

Aunque los impactos ambientales son los que definen la innovación verde, los factores económicos y sociales tienen un papel fundamental en su desarrollo y aplicación, y por ello determinan su difusión y contribución a la competitividad y a la sostenibilidad general. El consolidado concepto de innovación verde se usa en contextos diversos y con connotaciones diferentes,

lo que en ocasiones puede reducir su utilidad práctica. Por lo general, la ecoinnovación hace referencia a nuevas tecnologías que mejoran los resultados económicos y ambientales, pero en ocasiones incluye también cambios organizativos y sociales para aumentar la competitividad y la sostenibilidad y sus fundamentos sociales, económicos y ambientales (Carrillo-Hermosilla et al., 2009).

En el contexto de ALC, la innovación verde incorpora también elementos relacionados con la conservación de la biodiversidad y el uso racional de los recursos naturales, además de un fuerte enfoque en materia de desarrollo social, inclusión y combate de la pobreza (Díaz López et al., en prensa).

En el cuadro 1 se muestran diferentes conceptos relacionados con la innovación en diversas áreas de intervención pública, como el desarrollo económico e industrial, la acción climática y la energía sostenible, la biodiversidad y los ecosistemas, los océanos y regiones insulares, y el desarrollo social.³

³ Fazekas et al. (2022) discute la necesidad de afrontar los retos de implementar diversas soluciones verdes y climáticas en los sectores de la electricidad, el transporte, la agricultura, la edificación, la industria y los residuos, además de proporcionar guías sobre como eliminar barreras a su implementación. De igual forma, para el caso concreto de la innovación verde, Díaz López et al. (en prensa) presentan diversos ejemplos de políticas públicas de innovación verde en países considerados como “mejores prácticas”, además de presentar un panorama de este tema en nueve países de ALC.

Cuadro 1. Tipos de innovación verde, sus definiciones y ejemplos

Tipo de innovación verde	Definición	Ejemplo
Innovación verde para el desarrollo económico e industrial		
Tecnologías de final de proceso	Añaden componentes adicionales a los sistemas productivos existentes. Su intención es minimizar y reparar los impactos negativos sin cambiar el sistema que causa el problema.	Filtros de aire, sistemas de depuración de aguas, limpieza de suelos contaminados y secuestro de carbono.
Tecnologías ecoeficientes	Las innovaciones ecoeficientes suponen una optimización de los subsistemas productivos existentes sin cambiar el sistema, mediante la creación de una mayor cantidad de bienes y servicios a partir de un uso inferior de recursos (Schmidheiny, 1992).	Motores de combustión más eficientes, programas de producción limpia en la industria y sustitución por materiales de menos impacto ambiental.
Tecnologías eficaces	Las innovaciones ecoeficaces suponen el rediseño de sistemas, buscando maximizar la sostenibilidad ambiental y el servicio prestado. El objetivo último de la ecoeficacia es reemplazar los procesos lineales por metabolismos circulares que permitan que los materiales mantengan o incluso aumenten su valor (supraciclaje o upcycling) en cualquier parte del proceso (Braungart et al., 2007).	Plástico biodegradable.
Innovación verde para la acción climática y las energías sostenibles		
Tecnologías climáticas	Se utilizan para abordar el cambio. Están relacionadas con el desarrollo y la transferencia tecnológica y de conocimiento para luchar contra el cambio climático (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2000), también conllevan una serie de innovaciones organizacionales, de servicios y de comportamiento para mitigar o adaptarse a los efectos del cambio climático.	Energías renovables, prácticas de eficiencia energética y tecnologías para adaptación al cambio climático, por ejemplo, protección contra inundaciones.
Innovación verde en el área de la biodiversidad y los ecosistemas		
Innovación para la biodiversidad	Ofrece soluciones a la actual disminución de la biodiversidad y el desarrollo de la bioeconomía. Relacionada con el futuro Plan de Acción para la Integración Transversal de la Biodiversidad (BID, 2020b).	Reforestación con drones
Justicia de especies múltiples	Reconoce derechos propios de la naturaleza no humana ("más que humanos") y rechaza que los humanos sean más importantes que otras especies.	Derechos de ríos
Innovación verde en el área de océanos y regiones insulares		
Tecnologías azules (bluetech)	Tecnologías y emprendimientos para solucionar problemas relacionados con océanos, mares y el sector marítimo y portuario. De igual forma se relaciona con soluciones más sostenibles que son aplicables en entornos insulares, riverieños, y ecosistemas costeros (Cooper, 2019).	Tecnologías de desalinización, energía mareomotriz, sensores inteligentes en embarcaciones para la protección de la fauna marina y drones para el monitoreo de zonas costeras.
Innovación verde en el área de desarrollo social		
Innovación verde en el área de desarrollo social	Soluciones innovadoras nuevas o mejoradas a los desafíos que enfrentan personas cuyas necesidades no son satisfechas por el mercado, que generan un impacto positivo en la sociedad (BID, 2015).	Empleo en la gestión de residuos a personas en situación de exclusión social.
Consumo colaborativo	Se trata de intercambios o transacciones que son realizados de persona a persona, en lugar de empresa a persona (Curtis y Lehner, 2019).	Plataforma de segunda mano y trueque.

Fuente: elaboración propia.

En todas las áreas enunciadas antes, la innovación verde se lleva a la práctica a través de diversos conceptos y enfoques relacionados con tecnologías, principios de diseño, adaptación de soluciones (mejoradas o nuevas), cambios organizacionales, institucionales o de comportamiento, entre otros. De esta manera, se señalan en el cuadro 1 ciertas características del papel que la innovación verde tiene como catalizador del cambio hacia un desarrollo sostenible y una recuperación económica en un marco post-COVID-19.

Innovación verde para el desarrollo económico e industrial

Los conceptos de innovación verde enfocados en el desarrollo económico e industrial se relacionan especialmente con las tecnologías ecológicamente racionales (TER), también llamadas tecnologías limpias (cleantech), el ecodiseño de productos y el desarrollo de procesos. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) definió las TER como “aquellas tecnologías que, en relación con otras, tienen el potencial de mejorar de manera considerable el desempeño ambiental. Son tecnologías que protegen el medio ambiente, son menos contaminantes, utilizan los recursos de manera sostenible, reciclan más de sus desechos y productos y manejan todos los desechos residuales de una manera más aceptable desde el punto de vista ambiental que las tecnologías de las que son sustitutos” (Salazar, 2019). Según el PNUMA (2019), las tecnologías limpias son las que protegen el medio ambiente, son menos contaminantes, tienen el potencial de alcanzar emisiones netas cero, utilizan los recursos de una manera más sostenible, reciclan más de sus desechos y productos y manejan los residuos de una manera respetuosa con el medio ambiente (McDowall et al., 2015),⁴ y conducen a alcanzar emisiones netas cero y a evitar una mala adaptación del sistema. Las tecnologías de energía renovable, como los paneles solares y las turbinas eólicas, así como los equipos de mitigación de la contaminación del aire, son ejemplos claros de esta categoría.

Las opciones disponibles sobre los materiales, los procesos y las fuentes de energía determinan en gran medida los impactos ambientales de la actividad económica. Hasta el 80% del impacto ambiental de los productos y procesos se determina en la fase de diseño. Integrar los factores ambientales en el

⁴ Sin embargo, como tratan Díaz Lopez et al. (en prensa), algunas innovaciones verdes pueden conllevar ganancias positivas en el corto plazo, pero con posibles efectos negativos o de rebote en el largo plazo. Por ejemplo, las tecnologías de vehículos automotores diésel es uno de los ejemplos de ecoinnovaciones con efectos de rebote en la economía y el medio ambiente más estudiados en la literatura. Según Font-Vivanco et al. (2015), para el caso europeo, ha sido posible estimar los impactos de los efectos de rebote de al menos cuatro de siete ecoinnovaciones automotrices estudiadas, las cuales provocan estrés ambiental a nivel macroeconómico (aun cuando producen resultados ambientales positivos en el nivel micro); el automóvil diésel es el caso más agudo, ya que produjo una cantidad importante de gases de CO₂ en el período estudiado, además de que diversos autores dan cuenta de sus efectos nocivos en la generación de gases de NO_x y SO_x. Sin embargo, durante muchos años, este tipo de vehículos gozaron de apoyos y subsidios gubernamentales bajo el supuesto de que eran menos dañinos para el medio ambiente. Se han realizado estudios similares para ecoinnovaciones en los sectores de la energía, los transportes, las tecnologías de la información y el reciclaje (McDowall, et al., 2015). Mas recientemente, el tema de los efectos de rebote de los paneles solares fotovoltaicos comienza a estudiarse, ante el escenario potencial de no poderlos reciclar ni reutilizar de manera eficiente pues no están ecodiseñados y debido al manejo deficiente de su fin de vida. A nivel global, solo un puñado de países cuentan con sistemas integrales de reciclado de paneles solares fotovoltaicos impulsados por regulaciones de fin de vida, como es el caso de Francia.

diseño es una tendencia cada vez más extendida, que se conoce como diseño para el entorno (design for the environment), ecodiseño o diseño del ciclo de vida. Carrillo-Hermosilla et al. (2009) distinguen tres enfoques distintos del diseño para determinar el papel y los efectos de la innovación verde:

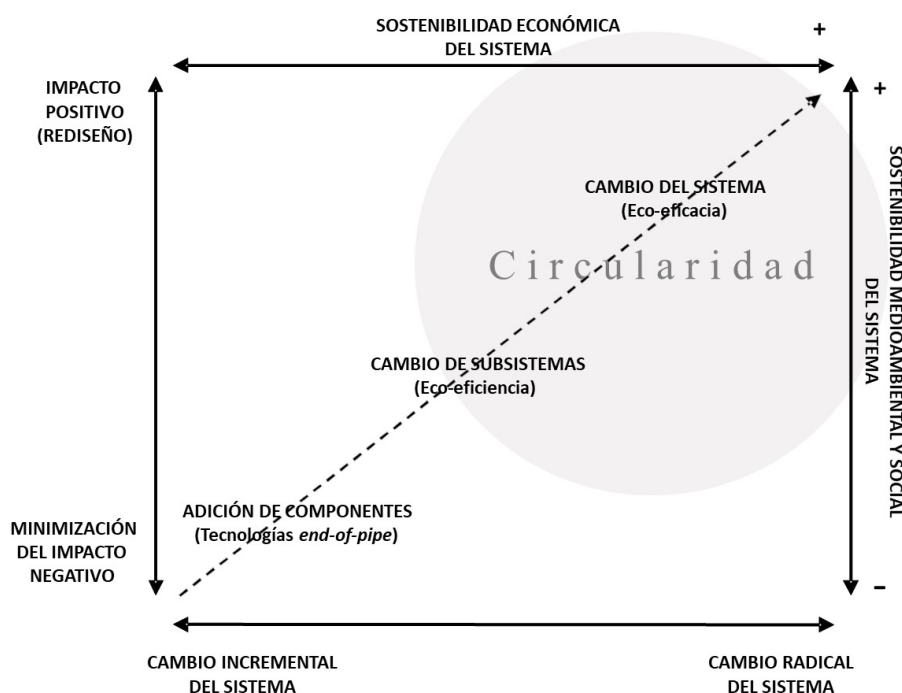
- Para prevenir la contaminación y para minimizar los impactos ambientales negativos, las tecnologías de final de proceso (end-of-pipe technologies) se usan para reducir los impactos ambientales en los actuales sistemas industriales y de transporte mediante, por ejemplo, filtros de aire o sistemas de depuración de aguas en las fábricas. Desde la revolución industrial, la implantación de estas tecnologías ha conseguido importantes mejoras locales en la calidad del aire y las aguas, en especial en los países industrializados y también en muchos países en desarrollo. Sin embargo, si estas tecnologías no cambian los procesos básicos, solo solucionan una parte del problema. En realidad, solo son un “parche” para resolver problemas ambientales urgentes.
- Relacionado con la producción más limpia y también con la minimización de los impactos ambientales negativos, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, 2006) define la ecoeficiencia como la razón entre el valor añadido de lo que se ha producido y el impacto ambiental que ha costado producirlo. La reducción en los impactos ecológicos se traduce también en un incremento en la productividad de los recursos, que además puede crear una ventaja competitiva. Sin embargo, puede generar un “efecto rebote”; la eficiencia mejora, pero el aumento de la actividad al final no reduce el impacto total.
- Por otro lado, la ecoeficacia ofrece una perspectiva diferente, centrada en maximizar los impactos positivos sobre el medio ambiente. El objetivo de la ecoeficacia es reemplazar los procesos lineales “de la cuna a la tumba” (cradle to grave en inglés) por metabolismos circulares “de la cuna a la cuna” (cradle to cradle), que permitan que los materiales mantengan o incluso aumenten su valor (supraciclaje o upcycling) en cualquier parte del proceso. La filosofía de trabajo ecoeficaz esboza procesos y productos industriales que convierten los materiales en nutrientes, de tal forma que se permite su flujo perpetuo dentro de uno de los dos metabolismos posibles: el biológico y el técnico (Braungart et al., 2007).

En el gráfico 4 se presenta un marco conceptual para el diseño en la innovación verde, con base en los cambios incrementales y radicales, y en los impactos positivos y negativos en el medio ambiente (Carrillo-Hermosilla et al., 2009). En el eje vertical izquierdo se plantean, más abajo, intenciones de minimización del impacto ambiental negativo, y más arriba, intenciones de rediseño e impacto positivo. En el eje horizontal inferior se plantean, más a la izquierda, cambios incrementales (adopción tecnológica) y, más a la derecha, cambios radicales (producción tecnológica). En el eje horizontal superior, más a la izquierda se plantean resultados inferiores y, más a la derecha, superiores en términos de sostenibilidad económica. Por último, en el eje vertical derecho, más abajo se plantean resultados inferiores y, más arriba, superiores en términos de sostenibilidad ambiental. En este sistema de cuatro ejes, es

posible representar los tres enfoques anteriores, y su impacto en términos de sostenibilidad económica y ambiental.

La transición desde las soluciones tecnológicas de final de proceso y ecoeficientes hacia las soluciones ecoeficaces y más sistémicas provee a la industria y a las naciones de mayores oportunidades de mejora, impulsando a un tiempo su competitividad y sostenibilidad. Así, la máxima circularidad de la economía se produce en la esquina superior derecha del gráfico (zona sombreada). Sin embargo, para alcanzar la ecoeficacia necesitamos innovaciones verdes que se desarrollen y se difundan a distintas escalas temporales. Algunas medidas más accesibles e incrementales, como las soluciones de final de proceso o la ecoeficiencia, se pueden adoptar ahora, mientras que los cambios más sistémicos exigen múltiples esfuerzos conjuntos para alcanzar el éxito.

Gráfico 4. Marco conceptual para el diseño en la innovación verde



Fuente: adaptado de Carrillo-Hermosilla et al. (2009).

Innovación verde para la acción climática y las energías sostenibles

Las tecnologías que se utilizan para abordar el cambio climático se conocen como tecnologías climáticas. Las tecnologías climáticas que ayudan a reducir los gases de efecto invernadero incluyen, entre otras, energías renovables como la energía eólica, la energía solar y la energía hidroeléctrica. Para adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, se utilizan tecnologías climáticas como cultivos resistentes a la sequía, sistemas de alerta temprana y diques. También existen tecnologías climáticas “suaves”, como prácticas de eficiencia energética o capacitación para el uso de equipos (UNFCCC, 2021).

Para lograr la transición a emisiones netas cero para 2050, los países deberán iniciar profundas transformaciones socioeconómicas sin demora. La descarbonización de los sistemas energéticos requiere inversiones importantes en energía renovable y eficiencia energética. En años recientes, varios países de América Latina han liderado con éxito subastas que ayudaron a disminuir el costo de generar electricidad a partir de fuentes renovables (en particular eólica y solar), mientras que los costos de almacenar energía (incluidas las baterías) continúan cayendo. Ejemplos de lo anterior son el programa Renovar en Argentina o el las licitaciones de tecnología neutra en Chile (Viscidi y Yépez-García, 2019 para más ejemplos y un análisis del tema). Las medidas de eficiencia energética también tienen un papel fundamental sobre la reducción de emisiones en el sector.

Numerosas opciones tecnológicas que reducen marginalmente las emisiones, como el uso de gas natural para reemplazar las centrales eléctricas de carbón o los automóviles de gasolina eficientes para reemplazar los automóviles de gasolina ineficientes, no son suficientes por el hecho de que, a pesar de reducir las emisiones, seguirían dando lugar a emisiones sustanciales (BID, 2020b). Incluso, esas tecnologías deben desaparecer en un horizonte temporal más o menos cercano. Además, si no es así, habrá un importante riesgo de bloqueo en el carbono o carbon lock-in (Unruh, 2000).

La resiliencia climática es fundamental para el desarrollo sostenible, en particular en una región tan vulnerable como ALC y, en especial en los pequeños estados insulares en desarrollo. El Plan de acción del Grupo BID en materia de cambio climático 2021-2025 (BID, 2020b) establece un enfoque relevante para incorporar aún más el cambio climático y la sostenibilidad al trabajo del Grupo BID para que pueda tener un impacto duradero a medida que la región intenta reconstruir de manera más sostenible.

El plan se centra en mantener una acción climática ambiciosa mediante la presentación de prioridades clave a nivel regional y del Grupo BID. Un caso de éxito en el área de ecoinnovación para la adaptación al cambio climático se encuentra en el uso de drones y tecnologías satelitales. Por ejemplo, con el apoyo del BID, en la provincia de Buenos Aires se ha implementado con éxito un programa desde el año 2017 que utiliza drones para prevenir en tiempo real riesgos por inundaciones a la vez que se realizan mejoras en sistemas de diques y canales, con resultados satisfactorios en términos de protección de la población y evitar pérdidas económicas (Leal Rosillo y Baringo, 2018).

Innovación verde en el área de biodiversidad y ecosistemas

La innovación verde abre un camino hacia la bioeconomía y ofrece soluciones a la actual disminución de la biodiversidad. Los países necesitarán asesoramiento, asistencia técnica e insumos de conocimientos para incorporar las consideraciones innovadoras de biodiversidad y capital natural en sus planes recuperación y de cambio climático, entre otros. Las actividades del BID para apoyar todo lo anterior se describen en el Plan de Acción para la Integración Transversal de la Biodiversidad (BID, 2020b).

La aplicación de innovaciones sociales y nuevas tecnologías ofrece nuevas formas de preservar la biodiversidad, por ejemplo, con el apoyo de drones para

agilizar las plantaciones, es posible reforestar grandes extensiones de terreno con especies autóctonas en tiempo récord, o bien identificar especies invasivas que ponen en riesgo el equilibrio del ecosistema. Casos similares al ejemplo anterior sobre el uso de drones para la acción climática, en el área de biodiversidad y conservación del capital natural, son los de Ecuador, donde, a través de dichas tecnologías de drones, sistemas de información geográficos e imágenes satelitales, se genera información en tiempo real sobre cambios en la densidad de la vegetación y de poblaciones animales, presencia de especies invasoras y pérdida de especies nativas, lo que se emplea con éxito en el apoyo en la toma de decisiones en programas de estudio, conservación, monitoreo y manejo de fauna y flora silvestre, y cuyas experiencias se comienzan a replicar en países como Argentina y México (Koop, 2020; Mandujano et al., 2017) .

En el ámbito de la biodiversidad, se encuentran también aproximaciones institucionales, por ejemplo, la concesión de derechos propios a los ríos. El concepto de la justicia de especies múltiples busca comprender los tipos de relaciones que los humanos deben cultivar con otros seres (Celermajer et al., 2020). Esta teoría de la justicia reconoce derechos de naturaleza no humana (“más que humanos”) y rechaza que los humanos sean más importantes que otras especies.⁵ Se basa en una serie de teorías con raíces en los derechos de los animales, la ecología política, las teorías posthumanistas y las filosofías indígenas. Sin embargo, la noción aún no está ampliamente aceptada, por lo que su adopción puede alienar a algunas partes interesadas (Celermajer et al., 2020).

Innovación verde en el área de océanos y regiones insulares

La innovación verde es un tema central en diversos enfoques que tienen que ver con el uso racional de los recursos oceánicos, la capitalización de oportunidades de negocio en diversas industrias marítimas y portuarias, y el desarrollo sostenible de regiones insulares, costeras y ribereñas, como la economía azul, la economía sostenible de los océanos, y el desarrollo sostenible de los pequeños estados insulares en desarrollo (Voyer et al., 2018; Roberts y Ali, 2016; Golden et al., 2017; Comisión Europea, 2021).

Un concepto relacionado con la innovación verde en el área de los océanos y regiones insulares es el de las tecnologías azules (bluetech), que se refieren a un sinnúmero de soluciones tecnológicas y no tecnológicas que tienen su campo de aplicación en diversas áreas de la economía azul, como los buques navieros y los puertos, el gas y el petróleo, las energías renovables, la piscicultura de mares, la minería marina, la conservación de fauna y flora marina a partir de sensores inteligentes y sistemas de radiolocalización, la desalinización de agua de mar, los sistemas de enfriamiento y aire

⁵ La justicia de especies múltiples está relacionada con la ecología profunda (deep ecology) (Erdős, 2019), que refiere tanto a una filosofía como a un movimiento social. La esencia del movimiento defiende que la vida humana y no humana tienen valor en sí mismas. El análisis del concepto de ecología profunda para la innovación verde en ALC puede enriquecer el reconocimiento del alcance del impacto y las consecuencias prácticas de cualquier acción de transición hacia la sostenibilidad en ALC. Esta aproximación se relaciona también con las propuestas de la economía de decrecimiento, en la medida en que los seres humanos no deberían tener derecho a reducir la riqueza y diversidad de la Tierra excepto para satisfacer necesidades vitales; hay que apreciar la calidad de vida (vivir en situaciones de valor inherente) en lugar de adherirse a un nivel de vida cada vez más alto.

acondicionado a partir de agua de mar, el uso de tecnologías satelitales e inteligencia artificial para los sistemas de respuesta rápida relacionados con huracanes y tormentas, la conservación de recursos marinos y la limpieza de los mares y océanos (Cooper 2019; Mostaque; 2020; De Comarmond et al., 2010). Diversas iniciativas recientes del BID han abordado esta temática, en la que la economía azul es un eje y un motor de la innovación y las tecnologías azules, sobre todo para los países del Caribe (Alleng et al., 2020; GFL, 2022), pero el cual es fácilmente aplicable a cualquier otro reto relacionado con los océanos, las islas, los ríos y sus ecosistemas y poblaciones adyacentes en el resto de la región de América Latina a través de soluciones también relacionadas con la EC y la acción climática (Blanco-Iturbe et al., 2021).

Innovación verde en el área de desarrollo social

Las aproximaciones de la innovación verde enfocadas en cambios socioeconómicos en el área de desarrollo social se relacionan especialmente con las innovaciones sociales y los nuevos modelos de los negocios digitales y de la gobernanza, así como con las diferentes formas de colaboración pública-privada, entre otras. Mientras el liderazgo en los cambios tecnoeconómicos dependen de las capacidades existentes de investigar, desarrollar y transferir las tecnologías, los cambios en el ámbito socioeconómico no tienen las mismas limitaciones. Por ello, ofrecen para los países ALC considerables oportunidades de experimentar y escalar buenas prácticas. De forma tal, que diversos autores han comenzado a utilizar términos como ecoinnovación social para denotar al conjunto de soluciones verdes que son relevantes para mitigar problemas sociales (por ejemplo, Kemp et al., 2019).

El BID ha definido la innovación social como “soluciones innovadoras nuevas o mejoradas a los desafíos que enfrentan personas cuyas necesidades no son satisfechas por el mercado, que generan un impacto positivo en la sociedad. Deben llevarse a cabo a través de un proceso inclusivo y basado en la tecnología, incorporando a los beneficiarios para definir adecuadamente el problema y desarrollar la solución, y utilizando asociaciones multidisciplinarias para el desarrollo de la solución” (BID, 2015). Un ejemplo podría ser involucrar personas discapacitadas en las iniciativas de reúso y reciclaje de materiales.

Numerosas iniciativas emprendidas por la economía social y la sociedad civil han demostrado ser innovadoras para abordar los problemas socioeconómicos y ambientales, al tiempo que contribuyen al desarrollo económico. Para aprovechar al máximo el potencial de la innovación social, se necesita un marco de políticas habilitador para apoyar a los actores públicos, sin fines de lucro y privados a coconstruir e implementar soluciones socialmente innovadoras y así contribuir a abordar los problemas socioeconómicos, construir una resiliencia territorial más fuerte y mejorar la respuesta a futuras conmociones (OCDE, 2021).

Entre los diferentes avances en este campo se encuentra el consumo colaborativo, que trata de intercambios o transacciones realizados de persona a persona, en lugar de empresa a persona (Curtis y Lehner, 2019). En particular, en los últimos años el desarrollo de plataformas en línea, lideradas en su mayoría por startups, han conseguido simplificar las transacciones y llegar a

un mayor número de personas. Esta forma de consumo se vincula con la idea de que, para disfrutar de algo, no es necesario poseerlo.

Las prácticas de intercambio de la economía colaborativa pueden promover el consumo sostenible en comparación con los intercambios puramente basados en el mercado (Curtis y Lehner, 2019). Algunos ejemplos en América Latina se pueden encontrar en el área de bancos de alimentos en Chile y México, como proyectos de innovación social, en los que comienza a utilizarse software para realizar inventarios de alimentos que han llegado al final de su vida útil de anaquel y que tienen como objetivo servir de alimento a personas desprotegidas, pero que a su vez se conectan a esquemas de EC para evitar desperdicios y revalorizar los desperdicios (Salazar, 2018).⁶ Iniciativas del BID como el concurso “Sin desperdicio” tuvieron un fin similar, pero desde la óptica del emprendimiento social se buscaron soluciones basadas en la innovación verde, en las que el objetivo principal fue evitar las pérdidas y desperdicios de alimentos en México y Centroamérica.⁷

2. Intervención pública para la innovación verde

Introducción

Mientras que, tradicionalmente, el análisis de las políticas públicas para la innovación verde se ha centrado en el papel del Estado, en la práctica estas innovaciones surgen de ecosistemas complejos, lo que requiere una mayor atención a los diversos actores y a su interacción. Tales ecosistemas constituyen un entorno dinámico, interorganizacional, político, económico, ambiental y tecnológico, en el que interactúan actitudes, habilidades y aspiraciones individuales y organizacionales, mediados por instituciones, que impulsa el conocimiento y la creación de valor hacia un cambio estructural ambientalmente benigno (Leceta y Könnölä, 2021).

En otras palabras, la gobernanza de los ecosistemas de innovación verde requiere la coordinación entre múltiples actores, como las startups, grandes empresas, inversionistas, centros de investigación, medios de comunicación, sociedad civil y gobiernos locales, regionales, nacionales e internacionales. Por ejemplo, las políticas sistémicas para la innovación verde se pueden enfocar en áreas de intervención específicas y desarrollar áreas (tecnológicas), de modo que faciliten la penetración de las innovaciones verdes en el mercado y la sociedad, y se promueva el cambio a nivel del sistema (Coenen y Díaz López, 2010; Smits y Kuhlmann, 2004).

Existen distintos tipos de innovación verde y diferentes maneras de clasificarlas atendiendo a distintos criterios, en función del grado de cambio que exigen en la empresa, de su situación en el proceso de innovación y del

⁶ Por ejemplo, a través de entrevistas con personal del banco de alimentos de Guadalajara (México) se pudo saber que utilizan tecnología importada de Sri-Lanka para realizar la logística de recuperación de desperdicios de alimentos y para la elaboración de recetas nutritivas para personas en situación de alta pobreza, a través de su programa “Al rescate” y el cual se basa en principios de economía circular. Ver: <https://bdalimentos.org/programas/>

⁷ <https://www.iadb.org/es/noticias/el-bid-busca-soluciones-innovadoras-para-reducir-el-desperdicio-de-alimentos-en-mexico> Ver también: <https://www.bidinnovacion.org/es/iniciativa/9/sin-desperdicio-horticola>

problema ambiental que tratan de abordar. Algunas son de producto, otras de proceso y otras organizativas. Unas son ya maduras y de bajo coste con respecto a sus competidoras, mientras que otras tienen cierto potencial de mejora o de reducción de sus costes. Algunas son más fáciles de adoptar por parte de las empresas, en tanto en cuanto no implican para ellas grandes cambios (innovaciones incrementales), mientras que otras suponen considerables cambios en los procesos productivos, en los productos ofrecidos o en la organización interna de la empresa (innovaciones radicales).

Es una idea comúnmente aceptada que la política pública es necesaria para fomentar el desarrollo y la difusión de la innovación verde (Fazekas et al., 2022), teniendo en cuenta la diversidad de barreras que la dificultan (del Río et al., 2021a). Estas son de distinto tipo (véase el apartado siguiente). A pesar de las oportunidades que las innovaciones verdes ofrecen a las empresas, su potencial de difusión es todavía considerable, pues existen importantes factores determinantes y barreras a dicha difusión que es necesario activar o mitigar, respectivamente. Diferentes políticas e instrumentos pueden abordar diferentes factores determinantes y barreras, dando lugar a una combinación de los mismos o lo que se conoce como una combinación de políticas (policy mix).

Por otro lado, un marco conceptual de apoyo a la innovación verde debe tener en cuenta, además de los factores determinantes y las barreras que las distintas intervenciones de política pública pretenden abordar, un conjunto de políticas que se definen a diferentes niveles, y que incluyen una serie de condiciones marco e instrumentos específicos (del Río et al., 2010). Finalmente, es previsible que el efecto de esas políticas sea distinto en función del sector de aplicación, las características de las innovaciones verdes apoyadas y las empresas que las desarrollan o adoptan. Todos estos aspectos se tratan con más detalle en las siguientes subsecciones.

Barreras a la innovación verde

Como se ha mencionado antes, son necesarias políticas públicas para fomentar la innovación verde. Pero esas políticas deben basarse en un análisis exhaustivo de sus factores determinantes y barreras, de forma que los instrumentos activen los primeros y mitiguen el impacto de las segundas (del Río et al., 2021a).

Las tecnologías limpias se enfrentan a complejos obstáculos, debido a un creciente proceso de absorción a causa de las economías de escala y los efectos de aprendizaje y de red inducidos por la naturaleza integrada y sistémica del despliegue de estas tecnologías. Los obstáculos están relacionados entre ellos y con las decisiones pasadas.

Los factores que facilitan o generan barreras a la innovación verde en las empresas se agrupan en tres categorías: factores internos de la empresa, factores externos a la empresa y características de las ecoinnovaciones. Por lo tanto, nuestro punto de partida es que, al decidir la adopción de tecnología ambiental, las empresas están influenciadas por diversos agentes y factores socioeconómicos e institucionales (del Río, 2005). La interacción de estas fuerzas “externas” con las capacidades, competencias y características de la

empresa, y con las características tecnoeconómicas de las tecnologías a adoptar, conduce a la implantación (o no) de una tecnología ambiental concreta, en un proceso que está condicionado por los beneficios, costes y riesgos del desarrollo y adopción de la misma (del Río, 2005). Estos tres conjuntos de factores a menudo tienen como resultado una transición lenta y más bien gradual a la tecnología ambiental, donde las innovaciones verdes compiten con las innovaciones “convencionales”.

La literatura sobre los factores determinantes y las barreras al desarrollo y difusión de las innovaciones verdes o ecoinnovaciones en las empresas (o EI) es relativamente abundante (véase, por ejemplo, Barbieri et al., 2016; Belin et al., 2011; del Río et al., 2016b; Horbach et al., 2012; del Río et al., 2021b para diferentes revisiones de esta literatura). En el contexto de América Latina, un reciente documento del BID (Fazekas et al., 2022) mencionan las barreras a las 15 líneas de transformación necesarias para lograr una economía baja en carbono, discutiéndose algunas de esas barreras para cada uno de los sectores. Este informe es diferente en al menos dos sentidos: el foco de atención es en la innovación verde y aportamos un análisis sistemático de las barreras a esa innovación, utilizando para ello una clasificación desarrollada por los autores.

En esta literatura se han propuesto diferentes clasificaciones. Por ejemplo, Horbach (2008) las agrupa en tres categorías amplias: factores regulatorios y de política determinantes, factores determinantes por el lado de la oferta (capacidades tecnológicas, ahorros de costes y condiciones de apropiabilidad) y factores determinantes por el lado de la demanda (preferencias de los consumidores por productos ambientalmente benignos). Sin embargo, cuando el foco de atención es la empresa, parece más apropiado distinguir los siguientes factores determinantes y barreras a la innovación verde en internos a la empresa y externos a ella, en línea con Carrillo-Hermosilla et al. (2009) y del Río (2005, 2009)⁸.

Determinantes y barreras internas a la empresa

Los factores determinantes y barreras internos a la empresa se refieren a recursos internos, precondiciones y características de la empresa que facilitan una actitud ecoinnovadora. En particular, el compromiso de la alta dirección con la protección ambiental, la capacidad tecnológica y la existencia de recursos financieros son muy relevantes en este contexto. Siguiendo a del Río et al. (2016a), pueden más concretamente distinguirse, por tanto, los siguientes factores determinantes y barreras:

Beneficios y costes de la adopción. Obviamente, los potenciales beneficios para la empresa derivados de la adopción de una ecoinnovación actúan como un poderoso incentivo a dicha adopción (del Río, 2005; del Río et al., 2010). La ecoinnovación puede implicar un aumento en las ventas de la empresa, el acceso a nuevos mercados o una reducción de los costes de producción. Sin embargo, su adopción también puede ser costosa para la empresa. Muchas ecoinnovaciones implican desembolsos iniciales relativamente elevados, lo que actúa como barrera a su adopción (del Río et al., 2016b).

⁸ Esta sección se basa en dichas fuentes.

Conocimiento interno y recursos humanos. Es más probable que las empresas con una potente base de conocimiento, es decir, con recursos humanos muy bien formados, desarrollen o adopten ecoinnovaciones, teniendo en cuenta su mayor exposición a flujos de conocimiento externos y una mayor capacidad de absorción, lo que facilita la adopción de una nueva ecoinnovación. Las empresas con mayores inversiones acumuladas en I+D son también más proclives a tener esa capacidad de absorción (Horbach et al., 2012, Cohen y Levinthal 1990). Por otro lado, es importante tener en cuenta que este factor puede actuar en contra del desarrollo o adopción de innovaciones verdes, pues la existencia de una fuerte base de conocimientos basada en las tecnologías existentes menos limpias puede desincentivar el desarrollo o adopción de innovaciones verdes.

Recursos financieros. La existencia de una situación financiera saneada en la empresa incrementa la probabilidad de adoptar innovaciones verdes, ya que puede dedicar suficientes recursos financieros a la adopción de nuevos equipos o a financiar cambios en los procesos de producción internos. Las cuantiosas inversiones iniciales de muchas ecoinnovaciones pueden dificultar su adopción por parte de las empresas.

Recursos físicos. La existencia de una base instalada que es difícil modificar actúa como una importante barrera ante la adopción de innovaciones verdes, pero esto también depende del grado de cambio que exigen esas innovaciones en la empresa, es decir, en el grado de compatibilidad de las innovaciones verdes con respecto a los productos y procesos existentes, así como a su propia organización y estructura. Esto depende también del tipo de innovación verde (incremental o radical).

Reputación. Una buena reputación de la empresa con respecto a su comportamiento ambiental y sus relaciones con la sociedad, en el sentido más amplio, puede facilitar la conexión con distintos tipos de actores (incluidos los responsables de la toma de decisiones públicas) y permitirles ser más abiertos a los cambios causados por la adopción de innovaciones verdes.

Comportamiento: motivación/inercia/compromiso de la alta dirección. El compromiso de la alta dirección puede ser crucial para facilitar la adopción de ecoinnovaciones. Sin embargo, la existencia de hábitos de comportamiento en la empresa, y las inversiones pasadas, pueden ser un poderoso factor de inercia que dificulte dicha adopción.

Cooperación (networking). La evidencia muestra que la cooperación con otros actores fomenta la ecoinnovación (véase, por ejemplo, De Marchi 2012, del Río et al., 2015). La intensidad de la cooperación es mayor en la ecoinnovación que en otras innovaciones (Belin et al., 2011, Cainelli et al., 2012, De Marchi 2012, del Río et al., 2015).

Determinantes y barreras externas a la empresa

Además, los factores externos a la empresa son un aspecto clave para explicar la decisión de ecoinnovar, que con frecuencia es una respuesta a los incentivos en forma de presiones de mercado, flujos de información y colaboración que

reciben de una gran diversidad de actores (del Río 2005, del Río et al., 2016b). Más concretamente, pueden distinguirse los siguientes factores determinantes relevantes:

Políticas públicas. Las políticas públicas suelen mencionarse como el principal efecto impulsor del desarrollo y adopción de ecoinnovaciones. La relevancia de las políticas públicas está relacionada con el problema de la triple externalidad que sufre la ecoinnovación (Rennings 2000, Stern 2007, del Río 2004). Esta triple externalidad (ambiental negativa, derrames de conocimiento y positiva de la difusión) sugiere que debe aplicarse una combinación de políticas ambientales y de innovación para mitigarlas y, en lo posible, internalizarlas. Sin embargo, algunos aspectos de las políticas públicas también pueden dificultar dicha adopción, por ejemplo, la existencia de políticas y mensajes inconsistentes y la ausencia de señales claras de precio (Ekins et al., 2019).

Influencia de los consumidores. Los consumidores concienciados con la protección ambiental pueden influir en la decisión de las empresas de desarrollar o adoptar ecoinnovaciones si demandan productos o servicios más verdes. No obstante, todavía existe cierto debate en la literatura sobre la intensidad y relevancia de este efecto (véase del Río et al., 2016b para una discusión detallada).

Instituciones financieras. Las instituciones financieras cada vez más exigen un comportamiento ambiental proactivo de las empresas a las que prestan dinero, lo que redundaría en un incentivo para que estas desarrollen o adopten ecoinnovaciones.

Lógicamente, dichos factores determinantes y barreras tienen impactos diferentes en la ecoinnovación según el sector de aplicación (por ejemplo, es más probable que la presión de consumidores concienciados a adoptar innovaciones que mejoren el rendimiento ambiental de la empresa se sienta de forma más intensa en sectores o empresas que venden productos finales frente a los que venden bienes intermedios), el tipo de empresa que la desarrolla o adopta (normalmente es más difícil para las pequeñas empresas) e, incluso, el tipo de ecoinnovación de que se trate (las tecnologías más radicales suelen implicar una mayor cantidad de obstáculos a su adopción). Estos obstáculos diferentes pueden justificar la aplicación de medidas de política pública específicas a sectores, tipos de empresa y de ecoinnovación para activar los correspondientes factores determinantes o mitigar o eliminar sus barreras. Además, debe tenerse en cuenta que es probable que esos factores determinantes y barreras estén, hasta cierto punto, interrelacionados y que interactúen entre sí de forma compleja, en lo que Kemp et al. (2014) han llamado una “red de restricciones”. Todos estos aspectos se muestran en el gráfico 5.

Gráfico 5. Tipos de factores determinantes y barreras a la ecoinnovación



Fuente: elaboración propia.

Fazekas et al. (2022) ponen el énfasis en varias de las barreras anteriores, en el contexto del avance hacia una EC en América Latina: elevados costes iniciales, bajos beneficios a corto plazo, ausencia de incentivos regulatorios a la EC, falta de infraestructura de recolección de extremo a extremo y de integración en las cadenas de valor, infrecuencia de los comportamientos de clasificación y reciclaje y ausencia en las empresas de fondos dedicados a la innovación en el diseño de productos (Fazekas et al., 2022).

Dificultad de intervención para la innovación verde

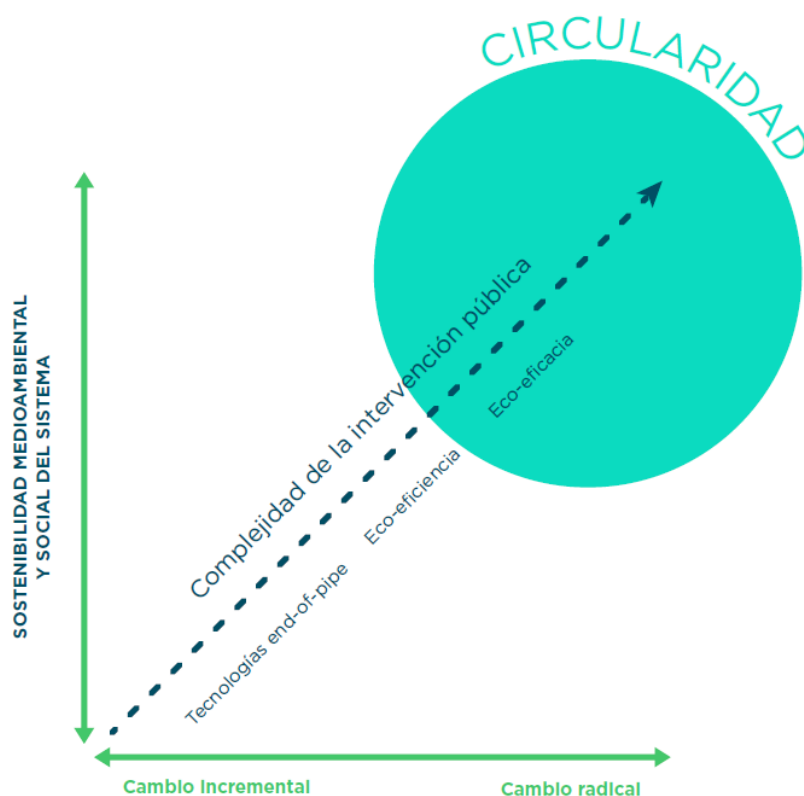
Esencialmente, la innovación se refiere al cambio en la forma de hacer algo. Por tanto, para llegar a definir la innovación, incluida la innovación verde, la noción de cambio es un buen punto de partida. Hay que distinguir entre los cambios radicales y los progresivos que provoca la innovación verde y cuáles son esenciales para su correcta aplicación y difusión en la sociedad. Los cambios progresivos hacen referencia a mejoras graduales y continuas de las habilidades, conservando los sistemas de producción existentes y las relaciones actuales y creando valor añadido, en el que se basan las innovaciones. A diferencia de los anteriores, los cambios radicales necesitan nuevas habilidades, dejando las antiguas obsoletas, y son discontinuos; en la mayoría de los casos, lo que se busca es sustituir algún componente del sistema actual o todo el sistema, y la creación de nuevas redes, añadiendo valor.

Mientras que las mejoras incrementales requieren políticas menos complejas, las radicales implican políticas ambiciosas y una mezcla de políticas (policy mix). Es decir, la distinción entre radical e incremental es relevante en cuanto al impacto de la ecoinnovación, pero también en cuanto a las barreras y factores determinantes a su desarrollo y aplicación y, por ende, relevante con respecto al tipo de mecanismos de política pública que deben implantarse para fomentarlas. Además, también es importante tener en cuenta el factor temporal, ya que las estrategias para alcanzar la sostenibilidad pueden tener impacto en diferentes plazos, y a veces las políticas a corto plazo impulsan

medidas incrementales que podrían suponer una barrera para las innovaciones radicales a medio y largo plazo.

En el gráfico 6 se recuperan del gráfico 4 los conceptos de tecnologías de final de proceso (end-of-the-pipe), ecoeficiencia y ecoeficacia, y se aproxima en términos generales la complejidad de la intervención pública al respecto de estas distintas aproximaciones a la innovación verde.

Gráfico 6. La complejidad de intervención pública al respecto de las aproximaciones de ecoinnovación



Fuente: elaboración propia.

Instituciones, políticas e instrumentos

La elaboración de un marco conceptual para analizar las políticas de promoción de la innovación verde debe tener en cuenta que existen diferentes niveles de gobernanza (supranacional, nacional, regional y municipal) y diferentes factores determinantes y barreras a la misma que, probablemente, requieran la adopción de una combinación de instrumentos específicos que las activen o las mitiguen, y no una solución única que afronte a todos ellos. Además, diferentes instrumentos pueden ser más eficaces para fomentar diferentes innovaciones verdes, y las intervenciones de política pública pueden provocar complementariedades entre ellos, pero también conflictos.

El punto de partida de este marco conceptual es que las políticas apropiadas para fomentar la ecoinnovación incluyen diferentes bloques de decisiones o

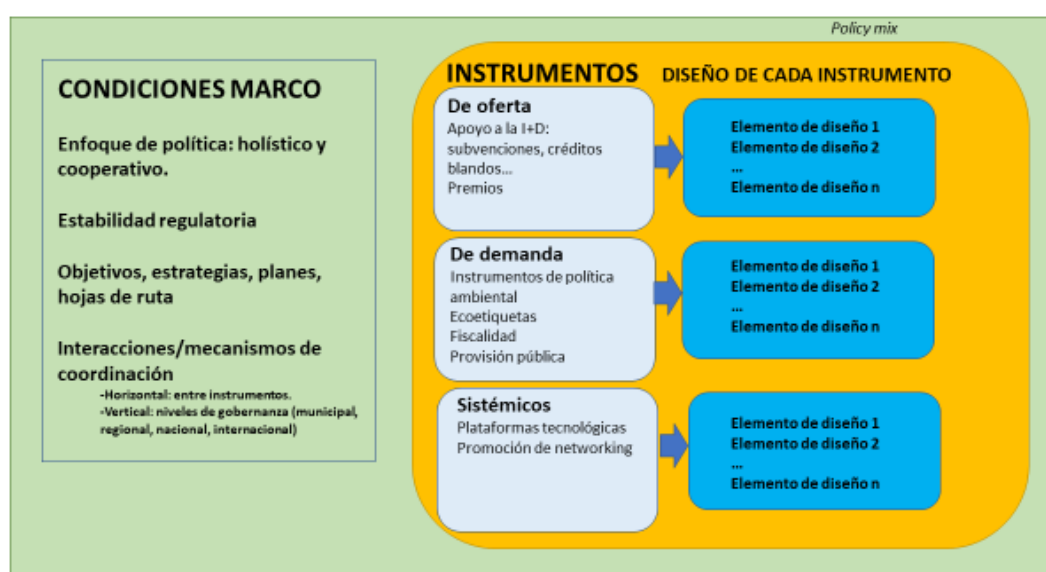
componentes de políticas: unas condiciones marco, instrumentos concretos y la forma en la que estos se diseñan. Es necesario que estos bloques sean consistentes y coherentes y que estén alineados con los objetivos y el contexto en el que se aplican. Cada uno supone una condición sine qua non para el éxito de las políticas de innovación verde, es decir, la ausencia de un bloque daría lugar al fracaso de la implantación de una política eficaz y eficiente de fomento de la innovación verde (del Río et al., 2021b). Todo ello debe ocurrir en un contexto dinámico y flexible, es decir, que permita adaptar las políticas a situaciones cambiantes, además de permitir la evaluación de las mismas.

El objetivo de esta sección es aportar los elementos principales de un marco conceptual para promover la innovación verde. Siguiendo a del Río et al. (2010) y del Río et al. (2021b), los siguientes tres niveles deben considerarse en este contexto:

- Condiciones marco.
- Políticas.
- Instrumentos.

El gráfico 7 resume este marco de políticas en el contexto de una combinación de políticas (policy mix). En ella se pretende destacar que tres aspectos fundamentales de las políticas públicas (las condiciones marco, los instrumentos y el diseño de estos) pueden influir dinámicamente en la activación de los factores determinantes o en la eliminación o mitigación de las barreras a los diferentes tipos de innovación verde, impulsando su desarrollo o adopción en diferentes empresas y sectores. A continuación se aporta una descripción detallada de cada uno de esos elementos.

Gráfico 7. Marco conceptual de las políticas públicas para la innovación verde



Fuente: elaboración propia.

Condiciones marco

En la literatura existe cierta presunción sobre la influencia determinante de los instrumentos sobre la ecoinnovación. Sin embargo, este “instrumentalismo” excesivo también ha sido bastante criticado en el pasado (véase, por ejemplo, del Río et al., 2021b). Sin minimizar la importancia de la aplicación de instrumentos concretos para fomentar la innovación verde, también debe tenerse en cuenta que existen ciertas precondiciones (o “condiciones marco”) que, con independencia del instrumento utilizado, tienen una influencia clave en los incentivos de las empresas para desarrollar o adoptar innovaciones verdes. Son, por tanto, condiciones habilitantes de aquellos instrumentos. Por otro lado, un mismo instrumento puede diseñarse de distintas maneras, por lo que los gobiernos deben decidir qué elementos de diseño adoptan para cada instrumento. Con respecto a las condiciones marco, es necesario distinguir los elementos que favorecen la adopción de innovaciones verdes:

Enfoque de política: holístico y cooperativo

Holístico. En primer lugar, y antes de que se implemente cualquier medida de política pública, los decisores públicos deben adoptar una visión apropiada de la promoción pública de las EI. Esta debería ser sistémica, holística y comprehensiva. En la toma de decisiones, deben entenderse bien las premisas subyacentes del problema y afrontar sus aspectos más relevantes. Como sugiere Milios (2017), dado que estamos tratando con sistemas con un importante nivel de complejidad, es necesario un enfoque de política con una perspectiva holística al nivel del sistema, y las políticas orientadas a conservar o incrementar la eficiencia de recursos naturales en los procesos de producción y consumo deben intervenir en todas las fases del ciclo de vida de los productos.

En particular, debe tenerse en cuenta que, como se ha mencionado antes, existen varios factores determinantes y barreras a la ecoinnovación que no están aislados entre sí, sino que interaccionan entre ellos, a veces de forma compleja, dando lugar a sinergias, complementariedades y conflictos. Aparte de las diferentes barreras, existen diferentes innovaciones verdes, múltiples actores y diferentes niveles administrativos o de gobernanza. Es posible que todo ello derive en una combinación de políticas o policy mix, que debe ser lo más consistente y coherente posible. Por tanto, debe adoptarse una perspectiva holística que tenga en cuenta lo que se necesita apoyar y como.

Cooperativo. Por otro lado, algunos autores han destacado la necesidad de un acuerdo amplio de los actores socioeconómicos para la implantación exitosa de la ecoinnovación (del Río et al., 2010, Uusitalo et al., 2020, Ekins et al., 2019). Por ejemplo, Jänicke et al. (2000) argumentan que los estilos de política respetuosos con la innovación y, por tanto, con la innovación verde, se basan en el diálogo y el consenso y son proactivos, ambiciosos, abiertos, flexibles y orientados al conocimiento. En particular, una relación más cooperativa entre las empresas y los reguladores, basada en la confianza, facilita el intercambio

de información, una actitud de apoyo de los decisores públicos y un riesgo menor para los inversionistas en innovaciones verdes (del Río et al., 2010)⁹.

Por tanto, como en otras áreas de la política pública, la cooperación entre diferentes actores es crucial para la adopción apropiada de medidas de política pública. Esta cooperación se refiere, obviamente, a la que debe existir entre los decisores públicos y otros actores (fundamentalmente, empresas y consumidores), pero también a la cooperación entre diferentes departamentos gubernamentales. Puede facilitarse la implicación de diferentes actores, públicos y privados, a través de procesos de consulta continuos (WBCSD 2019, Hartley et al., 2020, del Río et al., 2021b). Por otro lado, los decisores públicos de diferentes ámbitos o áreas de decisión deben cooperar, lo que puede verse facilitado por el establecimiento de grupos de trabajo entre gobiernos o departamentos gubernamentales. En este sentido, merece la pena destacar que distintos departamentos ministeriales (por ejemplo, los de medio ambiente, industria, investigación e innovación, hacienda pública o economía) tienen responsabilidades que influyen en el desarrollo y adopción de innovaciones verdes, y coordinar sus respectivas decisiones de forma coherente es un auténtico desafío.

En el recuadro 1 se remite a la Plataforma de Actores Implicados en la Economía Circular (ECESP, por sus siglas en inglés), como ejemplo de estructura holística y cooperativa, con implicación de diferentes actores a nivel regional, en un marco de diálogo proactivo y orientado al conocimiento.

Recuadro 1. Plataforma de Actores Implicados en la Economía Circular

En marzo de 2017, el Comité Económico y Social Europeo fundó la plataforma junto con la Comisión Europea. Con esta plataforma, las partes interesadas relevantes y la sociedad civil deberían participar en la realización de áreas clave del Plan de Acción de la Unión Europea para la Economía Circular.

La plataforma está dirigida por un grupo de coordinación, para el que 192 organizaciones se postularon en una licitación. Se seleccionó a la Circular Economy Coalition for Europe (www.cec4europe.eu), una red de investigación fundada en 2016, como uno de los 24 miembros de este comité.

El Plan de acción de la UE sobre Economía Circular incluye 54 campos de acción y define cinco flujos de residuos prioritarios: plásticos, residuos alimentarios, residuos de la construcción, materias primas críticas y residuos biogénicos. La Comisión Europea tiene como objetivo lograr una EC sostenible y eficiente en el uso de recursos para 2030.

El programa de trabajo de la plataforma respalda, y al mismo tiempo se apoya, en asociaciones público-privadas, plataformas de cooperación, medidas voluntarias de la industria, así como en un intercambio de conocimientos y mejores prácticas. Una conferencia anual de dos días sobre EC es la cumbre del intercambio interinstitucional entre las partes interesadas.

Fuente: Unión Europea (2021).

⁹ Este ámbito de la política se refiere a la “política de procedimiento” frente a la “política sustantiva”. La política de procedimiento representa el enfoque que los decisores públicos adoptan para implantar una determinada política de EI y como tener en cuenta las visiones e intereses de diferentes actores (del Río et al., 2022).

Estructura institucional definida

En relación al marco institucional necesario para avanzar en la innovación verde a nivel nacional, destaca la necesidad de contar con algún tipo de entidad con funciones ejecutivas y que sea responsable directa del desarrollo y de la implementación de la política. Al observar los regímenes institucionales presentes en los países de la región sobre el tema de producción verde, se pueden distinguir dos esquemas principales. Por un lado, en la mayoría de los países existe una unidad o agencia específica encargada del tema (recuadro 2), que forma parte de algún ministerio o servicio público relacionado con el medio ambiente.

Un elemento del marco institucional que se debe desarrollar a nivel nacional es el relacionado con los marcos legales. La presencia de marcos jurídicos, idealmente integrados, es un factor clave para la promoción de estrategias de producción verde y el desarrollo de tecnologías limpias. Estos marcos incluyen no solo la propia legislación, sino también un sistema más amplio de gobernanza que determina la distribución de las responsabilidades políticas y administrativas, así como instrumentos normativos y de aplicación (Rovira et al., 2017).

Recuadro 2. El papel de la agencia pública en la economía circular

Uusikartano et al. (2020) examinan a fondo qué papeles puede desarrollar una agencia pública en la promoción de la EC. Presentan un amplio estudio basado en datos secundarios de 20 casos de ecosistemas industriales de EC en todo el mundo. Concluyen que una agencia pública puede jugar seis roles distintos en los ecosistemas industriales de EC: operadora, organizadora, financiadora, promotora, formuladora de políticas y reguladora, y dos modos, facilitadora y dirigista. Los roles representan los medios concretos utilizados por los actores públicos, mientras que los modos representan las características de estas acciones.

Los autores desarrollan en mayor profundidad el caso finlandés, el primer país del mundo en tener una hoja de ruta nacional para la EC. Analizan cuatro casos de ecosistemas de CE industriales finlandeses y muestran cómo pueden situarse en este país los roles y modos reconocidos en su anterior análisis transversal a varios países.

El estudio proporciona ideas sobre cómo los actores públicos pueden contribuir a las transiciones de sostenibilidad entre sus territorios y ayuda a los profesionales a comprender mejor las premisas de la interacción público-privada.

Fuente: Uusikartano et al. (2020).

Establecimiento de objetivos, estrategias, planes u hojas de ruta

El establecimiento de objetivos que, en el ámbito de la innovación verde o de la EC, puede implicar el reciclaje de un determinado porcentaje de residuos totales o la adopción de una innovación verde determinada, aporta a los actores una señal a corto, medio o largo plazo que pueden tener en cuenta en sus decisiones de inversión a largo plazo en todas las fases de la cadena de valor. Aunque esto es importante en cualquier sector inducido por la política, como el de la innovación verde, lo es todavía más en los sectores intensivos

en capital que, además, requieren cuantiosas inversiones iniciales con plazos de amortización largos, como es el caso de algunas innovaciones verdes.

Las visiones a largo plazo guían la transformación de la economía hacia patrones sostenibles de producción y, por tanto, pueden ser potentes factores determinantes de la inversión en innovaciones verdes (Calleja y Delgado, 2008). Además, pueden resultar útiles para integrar las políticas ambientales y tecnológicas, que son relevantes para la innovación verde (del Río et al., 2010). Las hojas de ruta pueden ser particularmente útiles en este contexto. Por ejemplo, en la Unión Europea, 15 países han desarrollado hojas de ruta para una transición hacia la EC (Ecopreneur.eu, 2019), bajo el supuesto de que son un poderoso mecanismo para el cambio (recuadro 3). Uusitalo et al. (2020) consideran que el propio proceso de formulación de la hoja de ruta fomenta la cooperación entre los ministerios implicados y los diferentes actores. Como ejemplo de planificación en América Latina con una hoja de ruta clara y medidas para implementarla, merece la pena destacar el Plan de Descarbonización de Costa Rica, que incluye 10 ejes y ocho estrategias transversales, y que alimentará la actualización y formulación de nuevas políticas sectoriales, así como el sistema de inversión pública del país.

Aparte de visiones de largo plazo y de hojas de ruta, la aprobación de planes, estrategias y programas supone un mayor y más específico nivel de compromiso y coordinación gubernamental con la transición sostenible y, por tanto, generan un mayor incentivo a la innovación verde, reforzando la señal mencionada anteriormente, que facilita las inversiones en innovación verde. Diversas estrategias, programas y planes nacionales y sectoriales (no exclusivamente referidas a la innovación verde) son el medio principal mediante el cual el Estado define su intención respecto de esta. Por un lado, los países pueden incorporar políticas relacionadas con el tema dentro de un marco nacional de desarrollo sostenible (por ejemplo, en un plan de acción o estrategia nacional) y una estrategia nacional de innovación.

Esto asegura políticas con un nivel de exposición mayor, asegurando a su vez financiamiento y su inclusión en procesos nacionales. Por otro lado, también existen países que elaboran estrategias o programas nacionales específicos sobre el tema. Estas estrategias integran la oferta (producción) y las actividades de la demanda (consumo) en una estrategia coherente con el mercado (Rovira et al., 2017).

Recuadro 3. Hojas de ruta o roadmaps para la Economía Circular

Ecopreneur.eu, la Federación Europea de Empresas Sostenibles, establece un rumbo hacia políticas económicas sostenibles a nivel europeo para apoyar la transformación económica y social en toda Europa y más allá. La Federación cuenta con siete asociaciones miembros de diferentes países de la Unión Europea. A través de Ecopreneur.eu, estas asociaciones fortalecen la voz de los negocios sostenibles en Bruselas. Bajo el techo de Ecopreneur.eu están representadas unas 3.000 empresas, en su mayoría PYMES, que se esfuerzan por ofrecer productos y servicios sostenibles.

En su informe de 2019 aconseja fomentar el desarrollo de hojas de ruta de EC al tiempo que se garantiza su alineación. Según este estudio, muchos Estados miembros de la Unión Europea ya han establecido hojas de ruta, estrategias o programas para la EC nacional o regional. Concluyen que es una poderosa palanca para el cambio, cuyo propio proceso de formulación crea apoyo dentro del gobierno, fomentando la cooperación entre los ministerios involucrados y las partes interesadas.

Además, Ecopreneur.eu recomienda seguir el ejemplo de los Países Bajos de establecer un objetivo para desarrollar una EC para 2050 y el objetivo (provisional) de una reducción del 50% en el uso de materias primas primarias (minerales, fósiles y metales) para 2030. Concluyen que, si bien es posible que la meta para 2050 no sea un 100% clara, porque nadie sabe exactamente cómo será una economía totalmente circular, estos objetivos crean un sentido de dirección y urgencia con tiempo suficiente para aclarar la meta final.

Fuente: Ecopreneur.eu (2019).

Estabilidad regulatoria

La señal mencionada antes, facilitada por la aprobación de objetivos, hojas de ruta, planes o estrategias, debe ser creíble y predecible (recuadro 3). La estabilidad de la política a menudo se cita como un importante elemento que facilita las inversiones en ecoinnovación en general, y las inversiones en tecnologías bajas en carbono o renovables en particular (del Río et al., 2010, Carrillo-Hermosilla et al., 2009, Mir-Artigues et al., 2016). En un país en el que las políticas cambian constantemente, en especial de forma retroactiva, resulta poco atractivo invertir en innovación verde. La incertidumbre es factor inhibitorio de las inversiones en general y de la ecoinnovación en particular, especialmente de las ecoinnovaciones sistémicas y radicales que implican elevados desembolsos iniciales con largos períodos de recuperación de la inversión. Por tanto, los gobiernos pueden estimular la innovación verde incrementando la predecibilidad y reduciendo la incertidumbre.

Por otra parte, la estabilidad no debe significar rigidez regulatoria, es decir, que no sea posible modificar determinados elementos de diseño como respuesta a circunstancias cambiantes o como consecuencia del aprendizaje regulatorio cuando se detectan aspectos negativos en las políticas aplicadas. Por tanto, debe permitirse cierto grado de flexibilidad, aunque no un cambio de dirección (del Río 2014, Reichardt et al., 2017).

Una aproximación dinámica es el programa japonés basado en las mejores tecnologías (top-runner) que fue pionero a nivel mundial en establecer la mayor eficiencia energética como estándar para toda la industria. El programa fija objetivos dinámicos de eficiencia energética para un rango de productos, desde vehículos a electrodomésticos.

Definición de mecanismos de coordinación (interacciones)

Es importante tener en cuenta que la adopción de diferentes políticas e instrumentos puede dar lugar a interacciones entre ellos (sinergias y complementariedades, pero también a conflictos) en un mismo plano (interacciones horizontales). Por otro lado, distintos niveles administrativos o de gobernanza pueden tomar decisiones que influyan sobre el desarrollo o adopción de innovaciones verdes, tales como el municipal, regional, nacional o incluso internacional. Esta profusión de intervenciones públicas a distintos niveles puede provocar conflictos, redundancias o incongruencias entre medidas concretas relativas a esos niveles (interacciones verticales). Los posibles efectos negativos de ambos tipos de interacciones pueden exigir la aplicación de mecanismos de coordinación (recuadro 4). Es necesario romper la tendencia de trabajar de forma aislada, evitando instrumentos y políticas puramente sectoriales. Se debe lograr un trabajo coordinado con los actores relevantes en la materia, en la línea del enfoque cooperativo mencionado antes, dado que los temas referidos a la promoción de una producción más limpia son aspectos transversales que involucran diversos ministerios y servicios públicos. Como se mencionó antes, la coordinación entre los distintos departamentos ministeriales es fundamental, pues en sus áreas de trabajo se incluyen decisiones que pueden influir en los incentivos y barreras de las empresas a desarrollar o adoptar ecoinnovaciones. Esta coordinación atañe no solo a las diferentes dependencias administrativas de un determinado país, sino a la de ese país con organismos internacionales que incluyen a la ecoinnovación en su área de trabajo.

Recuadro 4. La coordinación y los conflictos entre los niveles administrativos

Del Río et al. (2022) proporcionan un marco analítico para el análisis de combinaciones de políticas para fomentar la EC sobre la base de una revisión de dos literaturas (políticas para la EC y la literatura sobre combinaciones de políticas). Utilizan tres estudios de caso de estrategias de EC en tres países (China, Alemania y España) para ilustrar este marco e infieren algunas lecciones, entre ellas la relevancia de un trabajo coordinado entre los distintos niveles administrativos o de gobernanza involucrados en el fomento de la EC. Diferentes instrumentos pueden ser efectivos para estimular diferentes prácticas de EC y las intervenciones de políticas pueden generar conflictos entre sí. Los cambios de instrumentos o elementos de diseño dentro de los instrumentos pueden ayudar a aliviar esos conflictos. Del estudio de los tres casos de estrategia de EC concluyen que la principal crítica a las políticas actuales es que las medidas suelen estar aisladas por sector y no hay una medida intersectorial fuerte. La existencia de políticas sectoriales específicas no debería ser una preocupación en sí misma, ya que las intervenciones de política deben tener en cuenta las características sectoriales y sus problemas específicos, y un mismo traje no sirve para todos, pero es necesario implementar medidas sólidas a nivel macro para asegurar la coherencia y evitar tales conflictos.

Fuente: del Río et al. (2022).

Instrumentos

Los instrumentos de promoción de la innovación se han clasificado tradicionalmente en instrumentos de oferta (supply push) (recuadro 5) y demanda (demand pull) (recuadro 6). Los primeros buscan incrementar la oferta de innovación, mientras que los segundos, crear un mercado para las innovaciones (Grubb et al., 2021). Algunos autores incluyen los denominados instrumentos sistémicos (recuadro 7) que, según Costantini (2017), son instrumentos dirigidos a problemas sistémicos (cuestiones institucionales, infraestructurales, de estrategia regulatoria y de interacción de actores) y que buscan influir en el funcionamiento del sistema (Smits y Kuhlmann, 2004; Wieczorek y Hekkert, 2012). Estos últimos autores proponen algunos instrumentos en este sentido. Algunos de ellos se incluirían en alguna de las condiciones marco mencionadas en el apartado anterior (por ejemplo, la creación de una agencia de eficiencia energética nacional), mientras que otros serían instrumentos sistémicos en sentido estricto (por ejemplo, la creación de una determinada plataforma tecnológica en el ahorro energético). En el gráfico 8 se presenta una lista amplia, aunque no completa, de instrumentos específicos pertenecientes a cada una de esas categorías

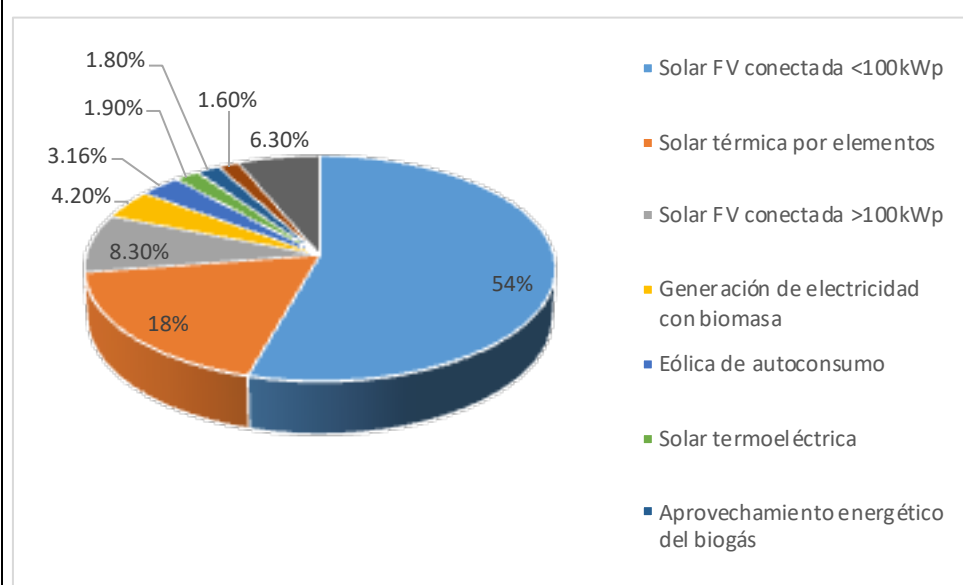
Gráfico 8. Instrumentos concretos para promover la innovación verde



Fuente: elaboración propia.

Recuadro 5. Ejemplo de instrumento de oferta: créditos blandos (línea ICO-IDAE en España, 2000-2004)

La Línea ICO-IDAE Eficiencia Energética 2017-2018 fue una línea de financiación que posibilitaba el acceso de los inversionistas a los recursos, en condiciones definidas y márgenes limitados, y los ponía a disposición de las entidades de crédito que se acogieran al convenio para que, a su vez, estas concedieran créditos a un interés menor al del mercado. Entre 2000 y 2004, esta línea de mediación incentivada financió más de 8.000 operaciones en 20 tecnologías diferentes, lo que implicó la movilización de unos recursos financieros de €496,3 millones. En términos energéticos, la movilización supuso la activación (bien como nuevo recurso renovable puesto en el mercado o bien como reducción de consumos específicos) de 487,5 kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep), que representó el 0,51% de consumo de energía final en 2004. Respecto a la distribución de ayudas por tipologías en el año 2004, tal como se aprecia en el siguiente gráfico, destaca el elevado porcentaje correspondiente a la energía solar fotovoltaica (FV).



Fuente: IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía). 2005. Memoria anual 2004. Madrid: IDAE. Disponible en https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10334_Memoria2004_2005_2d81d70f.pdf.

Recuadro 6: Ejemplo de instrumento de demanda: el caso de provisión pública de los Países Bajos

En su Plan de Acción sobre Consumo y Producción Sostenibles de 2008, la Comisión Europea estableció el objetivo indicativo de que la mitad de la provisión pública fuera verde en 2010. La Comisión estableció criterios de provisión pública verde (PPV) para 18 categorías de productos. Algunos de los Estados Miembros añadieron sus propias categorías. El país desarrolló criterios de PPV para 45 categorías de productos, cubriendo una amplia gama de los mismos. Los Países Bajos establecieron el objetivo de que no solo el 50%, sino el 100% de la provisión pública fuera verde. Ese objetivo se estableció en 2010 y en 2011 el país anunció que se había logrado. Según el Ministerio de Medio Ambiente de los Países Bajos, seis fueron los factores que estuvieron detrás del éxito en la aplicación de este instrumento: la PPV fue una prioridad política, existieron objetivos claros para lograrla, todos los niveles del Gobierno estaban implicados, las partes interesadas (stakeholders) participaron en el establecimiento de los criterios de la PPV, existía un único conjunto de criterios de PPV, había proveedores públicos profesionales y el país contaba con un sistema de monitorización. El Gobierno estima que su política de PPV ahorró anualmente 3 millones de toneladas de CO₂, 3,6 kilotoneladas de óxidos de nitrógeno y 81 toneladas de partículas. Consideraba que la cuarta parte del objetivo de emisiones de CO₂ de los Países Bajos en 2020 (reducción del 30%) podría lograrse a través de la PPV.

Fuente: Comisión Europea. 2011. Taking stock of green public procurement in Europe. Disponible en: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-ecoinnovation/policies-matters/eu/743_en.

Recuadro 7. Ejemplo de instrumento sistémico: EIT Climate-KIC

EIT Climate-KIC es la Comunidad Europea de Innovación y Conocimiento (Knowledge Innovation Community o KIC). Con el apoyo del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología, órgano de la Unión Europea, trabaja para acelerar la transición hacia una economía libre de emisiones de carbono. Reúne a socios del sector privado, del ámbito académico, de las administraciones públicas y de sectores sin ánimo de lucro, para crear una red de expertos capaz de desarrollar productos, servicios y sistemas innovadores para ponerlos en el mercado y escalar su impacto en la sociedad. Identifica, busca y destina fondos públicos y privados que estimulan la innovación climática. Cuenta con un amplio abanico de programas de educación por toda Europa destinados a estudiantes de grado, de posgrado y profesionales. A través de iniciativas como hackatons de 24 horas y la plataforma de ideas Cleantech, alientan nuevas formas de pensar más allá de lo convencional. La aceleradora de startups dota de estructura y asistencia a nuevas empresas y PYMES. Y para entidades y empresas ya establecidas, cuenta con diversos programas de innovación. Los logros son:

- Más de 370 socios líderes.
 - Inversión de más de €550 millones atraída a nuevas empresas.
 - Más de 2.000 puestos de trabajo a tiempo completo creados.
 - 17.000 participantes en actividades educativas.
 - Más de 1.000 startups innovadoras.
 - €3.400 millones de apalancamiento de financiamiento climático.
 - 367 nuevos productos y servicios.
 - 25 evaluaciones de impacto climático completadas con impacto climático.
- Evaluación de potencial 911 000 toneladas de CO₂

Fuentes: <https://www.climate-kic.org> ; <https://eit.europa.eu/our-communities/eit-climate-kic>.

Hay que destacar que, tan importante como la elección de un determinado instrumento o combinación de instrumentos (policy mix), es la elección de elementos de diseño dentro de esos instrumentos. Dicho de otra forma, un instrumento puede diseñarse de muy diversas maneras y es preciso evaluar, para cada instrumento, cuáles son las opciones de diseño más apropiadas para lograr fomentar la ecoinnovación de manera eficaz y eficiente (del Río 2014, del Río et al., 2021b).

Es importante tener en cuenta que los efectos y la eficacia de los instrumentos para promover la ecoinnovación ya mencionados (y sus correspondientes elementos de diseño) posiblemente serán diferentes en función del sector al que se apliquen, lo que puede justificar, además de medidas transversales (intersectoriales), otras medidas como las políticas de ecoinnovación específicas y por sectores. Además, teniendo en cuenta que los factores determinantes y barreras a la ecoinnovación pueden ser diferentes según el tipo de empresas (grandes/pequeñas), puede ser justificable apoyar a estas últimas de forma adicional. Finalmente, conviene tener en cuenta que existen ecoinnovaciones muy diferentes, y que probablemente cada una tenga un papel que jugar en las transiciones sostenibles (sistema/ subsistema/ componentes; radicales/ incrementales; maduras/ menos maduras, producto/ proceso/ organizativas). Si es así, y un instrumento determinado no es eficaz para apoyar a una determinada categoría de ecoinnovaciones, puede, de nuevo, ser justificable la aplicación de un instrumento adicional.

Combinación de políticas (policy mixes)

Introducción

Por otro lado, el concepto de combinación de políticas o policy mix es relevante cuando se considera el apoyo a la innovación verde, dado que existen diferentes barreras a las innovaciones verdes, por lo que es improbable que una única medida las mitigue y, por tanto, serán necesarios varios instrumentos (Ekins et al., 2019, del Río et al., 2021b, Wilts y O'Brien 2019, Fazekas et al., 2022)¹⁰. Rogge y Reichardt (2015) definen una combinación de políticas como una combinación de tres bloques: elementos, procesos y características, que pueden especificarse utilizando diferentes dimensiones. Los elementos incluyen: 1) la estrategia de política, con sus objetivos y los planes fundamentales para lograrlos, y 2) la mezcla de instrumentos que interaccionan entre sí. Por tanto, en línea con los apartados anteriores, las combinaciones de políticas son algo más que las combinaciones de instrumentos (Rogge y Reichardt 2015, del Río et al., 2022).

Un ejemplo práctico de combinación de políticas es el programa japonés basado en las mejores tecnologías (top-runner). Se acompañan los estándares y objetivos para los fabricantes con un programa de etiquetado de productos (programa de Etiquetado de Ahorros de Energía), incentivos fiscales para la compra de productos que cumplen o exceden los objetivos del top-runner y

¹⁰ Existe una abundante literatura sobre policy mixes en el ámbito de la innovación y las transiciones sostenibles. Véanse, por ejemplo, Flanagan et al., 2011, del Río 2014, Guerzoni y Raiteri 2015, Howlett y del Río 2015, Howlett et al., 2017, Reichardt y Rogge, 2016, Bouma et al., 2018 y Schmidt y Sewerin, 2019, entre otros).

un mecanismo de “señal y denuncia”, bajo el cual se publican los nombres de las empresas incumplidoras.

La coexistencia de diferentes políticas en el policy mix puede dar lugar a interacciones (sinergias, conflictos y complementariedades). Cuando varios instrumentos se aplican simultáneamente debe prestarse atención para evitar señales contradictorias. Las mezclas de políticas deben diseñarse cuidadosamente de forma que cada instrumento sea complementario o incluso sinérgico con respecto a los otros, aunque pueda haber soluciones de compromiso (trade-offs) inevitables (del Río et al., 2021b).

Los conflictos en la combinación de políticas pueden ser horizontales (entre diferentes instrumentos o áreas de política para el mismo nivel de gobernanza) o verticales (relacionado con diferentes niveles administrativos o de gobernanza, por ejemplo, países, regiones o municipios).

Evaluar las combinaciones de políticas no es un asunto trivial. El éxito de la combinación puede evaluarse en función de diferentes criterios, tales como los comunes de eficacia, eficiencia e impactos distributivos (véase, por ejemplo, del Río 2014). Este mismo autor argumenta que el “éxito” en las mezclas de políticas debería definirse ampliamente para incluir diferentes criterios y objetivos de política que resultan relevantes para diferentes niveles administrativos. Rogge y Reihardt (2015) identifican cinco características de una combinación deseada de políticas que podrían aplicarse también a las políticas para promover la innovación verde: consistencia, coherencia, credibilidad, estabilidad y amplitud.

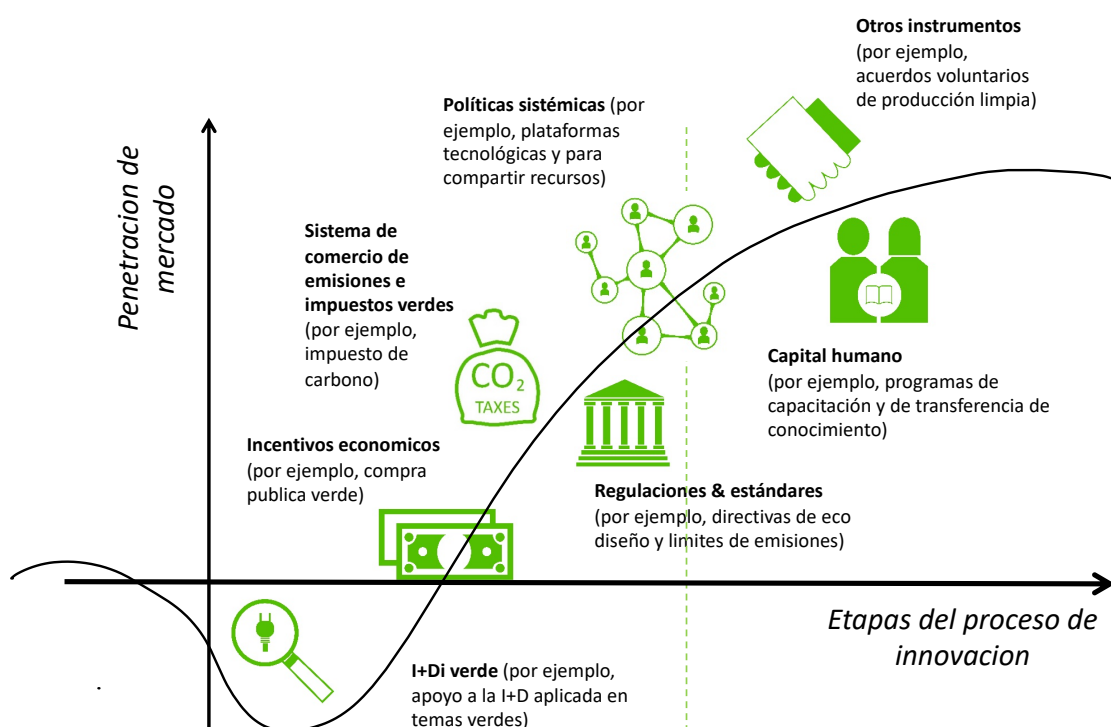
Diversas perspectivas de ciclo de vida

Las políticas de innovación verde se apoyan de diversas perspectivas que tienen al ciclo de vida como principal referente para la aplicación de políticas, programas o instrumentos, haciendo referencia a una analogía entre la innovación y los sistemas biológicos en donde los entes (y, en el caso de la innovación verde, las tecnologías o las empresas) nacen, se desarrollan y dejan de existir. De las diversas variantes de ciclo de vida existente es pertinente mencionar el ciclo de vida de la inversión, el ciclo de vida del crecimiento de las empresas (e industrias), el ciclo de vida de los productos, y el ciclo de vida de la innovación tecnológica (de producto o de proceso). Estos dos últimos se tratan muy brevemente en los párrafos siguientes.

El ciclo de vida de la innovación verde se puede medir por el nivel de penetración en los mercados (gráfico 9), de forma tal que es considerado por el uso de instrumentos específicos en las diversas etapas de generación de ideas y la investigación y desarrollo: una etapa precompetitiva y de entrada incipiente al mercado, sigue un momento en el que los productos o tecnologías entran a mercados de consumo, sufren una difusión acelerada, son diversificados hasta que llegan a un estado de madurez y finalmente salen del mercado, no sin antes sufrir diversos procesos de innovación incremental para alargar su vida útil y su participación en otros mercados (Utterback y Abernathy, 1975; Rogers, 1983).

Un segundo enfoque del ciclo de vida de la innovación verde se enfoca directamente en las intervenciones que forman el proceso de desarrollo de una tecnología, mediante el uso de las escalas de grado de madurez tecnológica (technology reeadiness level, TRL) desarrolladas por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de Estados Unidos. Dicha medida de ciclo de vida considera una escala que va desde el número 1, con la observación de principios básicos; pasa por el 2, con la formulación de concepto; el 3, con la función crítica analítica o pruebas de concepto; el 4, de validación de los componentes a nivel laboratorio; el 5, de validación de los componentes a nivel de un ambiente de prueba adecuado; el 6, con la demostración de los modelos o prototipos a nivel de sistemas o subsistemas en un ambiente de prueba adecuado; el 7, con la demostración del sistema o prototipo en un entorno real; el 8, con los sistemas completos o certificados, y finalmente el 9, con sistemas comercializados con éxito.

Gráfico 9. Diversos instrumentos de política de innovación verde a lo largo del ciclo de vida de la innovación tecnológica

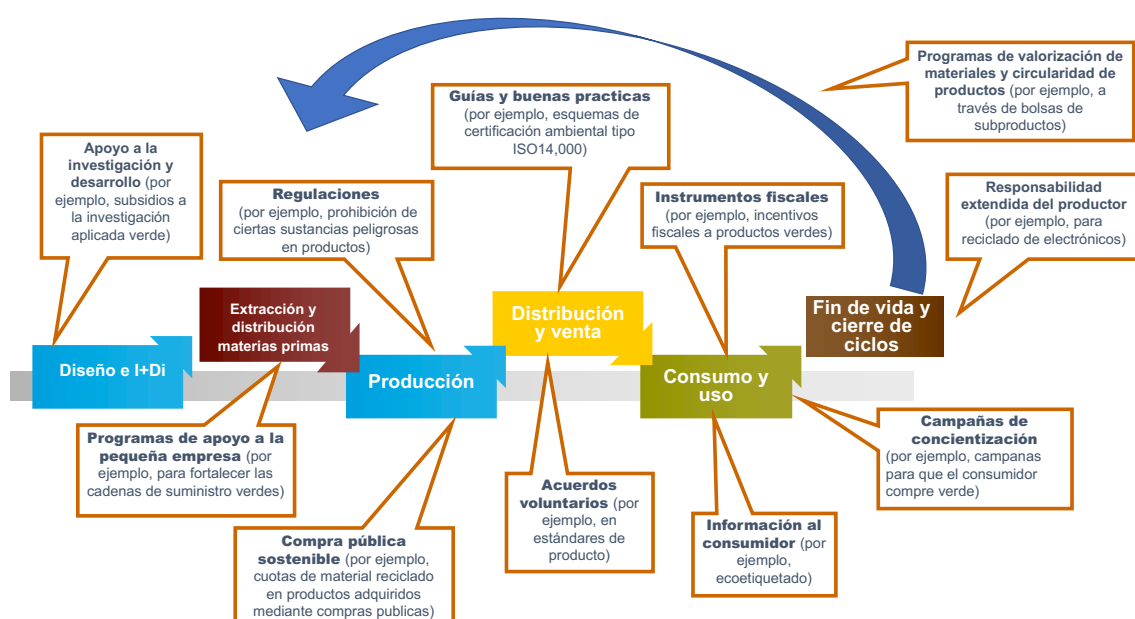


Fuente: adaptado de Foxon et al. (2003), Rogers (1983) y Utterback y Abernathy (1975).

Una segunda perspectiva de ciclo de vida de la innovación verde se basa en el proceso del impacto ambiental de los productos, tecnologías o servicios (“de la cuna a la tumba” o “de la cuna a la cuna”), desde su concepción hasta el momento en que dejan de ser de utilidad y se desechan (gráfico 10). Este enfoque ambiental de la innovación verde considera que las diversas intervenciones de política pública se realizan en etapas específicas durante la etapa de diseño e investigación y desarrollo, extracción, aprovechamiento y distribución y uso de materias primas (recursos naturales renovables y no renovables, materiales procesados), producción y manufactura, distribución y

venta de productos en mercados intermedios o de consumo, una etapa de consumo y uso, y una etapa donde el producto, tecnología o servicio ya no tiene utilidad (comparada con su uso original), y hasta llegar a su disposición final en rellenos sanitarios, incineración y mediante de estrategias de circularidad (cierre de ciclos biológicos y técnicos) que involucren procesos de extensión de vida de los productos y servicios verdes mediante el reuso, rediseño (ecodiseño de proceso y producto), reciclaje y valorización secundaria, entre otros.

Gráfico 10. Diversos instrumentos de política de innovación verde a lo largo del ciclo de vida ambiental de los productos



Fuente: adaptado de Ryder (2008).

Transición a la sostenibilidad

El camino hacia la sostenibilidad está cada vez más relacionado con el proceso de la transición en la sociedad y en la economía. La política pública puede tener un papel clave en esta transición sostenible, fomentando las actividades favorables y reduciendo las barreras a la misma. La transición ecológica del sistema se refiere al proceso transformador en la sociedad y en la economía, y se basa en cambios fundamentales tanto en las condiciones marco como en la arquitectura de los sistemas tecnoinstitucionales, en contraste con los cambios parciales en los subsistemas como cadenas de valor sectoriales o en los componentes como nuevos productos o procesos. Conceptos como la innovación transformativa y de sistemas están abiertos a diferentes interpretaciones y, en consecuencia, son difíciles de medir con precisión (dependen de criterios indefinidos de radicalidad y cambio de sistema).

Las transiciones hacia sistemas radicalmente diferentes son procesos sociales complejos, típicamente guiados por una serie de adaptaciones graduales y paralelas, más que por una gestión o coordinación visionaria. De hecho, las transiciones deseables son difíciles de iniciar y conseguir, dado que los sistemas dominantes actúan como una barrera a la creación de nuevos

sistemas. Aun así, una coordinación visionaria de políticas, regulación, estrategias corporativas y aprendizaje social puede superar algunas de esas barreras e incentivar nuevos esfuerzos de innovación, aportando suficiente ímpetu hacia la transición del sistema. Aquí resulta crucial ligar las visiones de largo plazo con las estrategias de corto y mediano plazo, para generar las condiciones industriales, políticas y sociales que den lugar a una acción común hacia la transición.

Las teorías de la transición sobre los cambios tecnológicos e institucionales aportan una base sólida para entender los desafíos relacionados con el cambio sistémico hacia la sostenibilidad y las correspondientes respuestas desde la gobernanza (Geels, 2002; Rotmans et. al. 2000; Köhler, et. al. 2019). Las transiciones sistémicas se caracterizan del siguiente modo: en primer lugar, los procesos de transiciones se tratan de procesos de cambio continuos a largo plazo con desarrollos paralelos en diferentes fases (predesarrollo, despegue, aceleración y estabilización)¹¹ que dan lugar a un sistema radicalmente diferente al existente. De igual forma, se trata de un proceso multinivel, que tiene en cuenta desarrollos a diferentes escalas (nicho, régimen y paisaje, también denominados niveles micro, meso y macro)¹² e implica cambios tecnológicos, industriales, políticos, institucionales y sociales en todos ellos.

Nuestro objetivo al abordar aquí este enfoque no consiste en sugerir la sustitución de los esfuerzos actuales de gobernanza hacia la sostenibilidad, sino orientar y coordinar estos esfuerzos. Teniendo en cuenta la necesaria implicación proactiva del gobierno en la transición hacia una economía sostenible, los impactos de diferentes tipos de instrumentos pueden considerarse desde la perspectiva de las etapas de la transición, ya que parece razonable que diferentes etapas de la transición requieran diferentes tipos de gobernanza, con diferentes objetivos y herramientas, así como distintos actores implicados. Por ejemplo, es conveniente que el gobierno promueva la diversidad tecnológica en la fase de predesarrollo a través de la política industrial y científico-tecnológica, fomentando para ello rutas tecnológicas alternativas que compitan entre sí. La gobernanza en la fase de aceleración debe poner el énfasis en medidas para apoyar las mejoras en el sistema e incrementar la colaboración con los propulsores del nuevo régimen. Finalmente, en la fase de estabilización, la gobernanza debería buscar un equilibrio entre la optimización y renovación del sistema, creando oportunidades para la nueva ola en la transición. Las posibles acciones para la gobernanza en las distintas fases se ilustran en el cuadro 2.

¹¹ Los grandes sistemas de infraestructuras e institucionales tienden a evolucionar a través de largos períodos de relativa estabilidad, interrumpida por períodos cortos de cambio estructural o “transiciones”. Se trata de un proceso de cambio gradual y no lineal que reproduce las siguientes fases, a menudo representadas en una curva en forma de “S”: 1) predesarrollo (incubación), con la experimentación en torno a diversas alternativas; 2) despegue del proceso de transición; 3) aceleración del proceso de cambio, con rendimientos crecientes de escala que apoyan la difusión de nuevas soluciones que llevan al cambio estructural, y 4) estabilización, con la reducción en la velocidad del cambio social.

¹² Aquí el “régimen” (meso level) hace referencia al sistema tecnoinstitucional predominante (político, industrial y de uso) en la provisión de una función específica en la sociedad, por ejemplo, los sistemas de energía y transporte basados en combustibles fósiles. Los “nichos” (micro level) forman el nivel en el que emergen las novedades radicales, desviándose del régimen existente. El “paisaje” (macro level) conforma un nivel macro adicional que influye en el desarrollo de nichos y regímenes, y que tiende a cambiar muy lentamente (por ejemplo, cambios demográficos, macroeconómicos o culturales).

Cuadro 2. Instrumentos correspondientes en las distintas fases de la transición hacia la sostenibilidad

Tipos de instrumentos	Fases en la transición			
	Predesarrollo	Despegue	Aceleración	Estabilización
A. Plataformas para compartir conocimiento	Fomento de redes y que compitan entre sí.	Consolidación de unas pocas redes y estrategias.	Emergencia de la red y de las estrategias dominantes.	Divergencia de redes dominantes y de estrategias en competencia.
B. Provisión estratégica	Apoyo a la I+D premercado. Proyectos de demostración.	Creación de mercados líderes.	Creación de mercados líderes.	Provisión basada en el rendimiento.
C. Financiamiento de la investigación y la educación	Infraestructuras piloto y formación y educación. Nodos de I+D.	Formación de habilidades empresariales.	Gestión de costes.	Gestión de costes.
D. Subvenciones	Fomento de la diversidad de opciones viables (diferentes niveles de ambición, implicación según prioridades seleccionadas, intercambio de información para la demostración). Excelencia científica, premios a la calidad, garantías crediticias y subvenciones, provisión basada en una visión a largo plazo.	Apoyo a la convergencia entre las opciones. Fijación de prioridades para cantidad, masa crítica. Premios. Garantías crediticias. Subvenciones. Provisión pública basada en la tecnología. Infraestructuras e instituciones para los mercados líderes.	Provisión basada en el rendimiento. Expansión institucional y de infraestructuras.	Provisión basada en el rendimiento. Mantenimiento de instituciones e infraestructuras.
E. Regulaciones y estándares	Estándares alternativos. Planes regulatorios. Regulación basada en visiones a largo plazo.	Estándares dominantes. Planes regulatorios. Regulación basada en visiones a largo plazo.	Estándares dominantes. Apoyo regulatorio. Regulación basada en las mejores tecnologías (top-runner).	Regulación para mejorar el rendimiento y promover el cambio.
F. Instrumentos de mercado			Impuestos. Comercio de emisiones.	Impuestos. Comercio de emisiones.

Fuente: Carrillo-Hermosilla et al. (2011).

3. Intervención pública adaptada al contexto nacional

En términos generales, la innovación verde parece haber tenido un desempeño incipiente entre los países de ALC. Esto se debe, en buena medida, a un marco de incentivos insuficiente o poco adecuado (Tacsir, 2020). El sistema de innovación de América Latina sufrió un profundo cambio en los años noventa. La mayor apertura y los tratados de libre comercio, desregulación y privatización de ciertas actividades productivas, y la falta de planeación estratégica en los procesos de requisiciones de compras con cierto porcentaje de contenido doméstico (sustitución de importaciones), llevó a que muchas empresas estatales y grandes empresas privadas que habían constituido departamentos de I+D y de ingeniería en la anterior etapa de sustitución de importaciones (entre los años cincuenta y los años ochenta) optaran por reducir gradualmente tales actividades tras su privatización o bien al realizar contratos de cooperación tecnológicos o alianzas estratégicas con empresas extranjeras que a la fecha se constituirían en candados tecnológicos para la innovación,¹³ tal como ocurrían en la industria química mexicana (por ejemplo, el caso de Grupo Resistol/DESC/KUO estudiado por Díaz López, 2003 y Díaz López y Villavicencio, 2007), en la industrial de los alimentos y bebidas en Venezuela (por ejemplo, Industrias Polar estudiado por Pirela et. al. 1991 y Mercado y Testa, 2001), y en la industria petroquímica brasileña (por ejemplo, el caso de Petrobras estudiado por Mercado (2004) y más recientemente, por Florencio, 2016).

Este proceso ha llevado a las economías de América Latina hacia un modelo de desarrollo menos intensivo en investigación y desarrollo (I+D) nacional y más dependiente de “paquetes” tecnológicos externos, también en el ámbito de tecnologías ambientalmente racionales (cleantech) (por ejemplo, véase Díaz López y Montalvo, 2011; Díaz López y Villavicencio, 2007). El nivel de gasto en I+D que se pueden permitir los países desarrollados les proporciona una clara ventaja en el campo tecnológico. Parece sensato que los países emergentes, con una capacidad inversora inferior, intenten sacar partido de esos avances con el menor gasto posible (modelo “follower”).

Así, además de fomentar en la medida de lo posible las capacidades locales en la región de ALC para la producción de innovación verde, también es necesario desarrollar las capacidades de absorción y adopción de la tecnología externa, que pueda ser transferida desde los países líderes de dichas tecnologías y prácticas. No obstante, esta transferencia de tecnología desde el exterior choca con frecuencia con un entorno interno poco favorable. Entre los factores claves que pueden facilitar o entorpecer la adopción adecuada de tecnologías por parte de las economías receptoras destacan los siguientes: la disponibilidad de recursos financieros nacionales; el grado de capacitación de la mano de obra; las regulaciones de las importaciones; la calidad y cantidad de la oferta local de insumos; los tiempos de entrega de insumos; la infraestructura básica; las condiciones de trabajo, y las actitudes culturales, entre otros. Lamentablemente, en muchas de las economías receptoras de

¹³ Existen diversos casos documentados de grandes empresas estatales y de capital privado que, tras asociarse con empresas extranjeras y firmar paquetes de cooperación tecnológica, a la larga les habían resultado en efectos de bloqueo a sus capacidades tecnológicas y de innovación (por ejemplo, por la existencia de mecanismos legales que les prohibían desarrollar nuevos productos en el mercado nacional). Ver por ejemplo: Díaz López y Villavicencio, 2007.

tecnología externa, el comportamiento de estos factores suele limitar antes que favorecer la innovación tecnológica.

La falta de eficacia en el proceso de transferencia tecnológica también viene motivada a menudo por el sistema de derechos de propiedad existentes sobre las tecnologías, con frecuencia en manos de empresas privadas, fuera del control de los organismos gubernamentales o internacionales. Resulta difícil que tales empresas compartan su tecnología sin una adecuada y costosa compensación monetaria. Es por este motivo, y en aras de acelerar el proceso de transferencia de tecnología desde sus poseedores (principalmente empresas de países avanzados) hacia sus demandantes (empresas de países emergentes) que se plantea la necesidad de mejorar los actuales mecanismos de comercio internacional para incentivar al sector privado a participar en este proceso de transferencia de tecnologías verdes. Resulta imprescindible contar con mecanismos nuevos y flexibles de comercio que permitan mejorar este flujo, en el que la transferencia de tecnología verde debe ser vista como un importante mecanismo de globalización económica e inversión internacional, y no desde la simple visión estática de la ayuda oficial de países ricos a países pobres.

Sin embargo, esta defensa de la globalización de la tecnología no se debe entender como una propuesta de abolición de las políticas nacionales en materia de producción tecnológica. Más bien, muestra la necesidad de contar con políticas sensibles que busquen el compromiso entre las capacidades tecnológicas nacionales y las extranjeras. Por otra parte, la urgente necesidad de las economías emergentes de contar con nuevas tecnologías más verdes no debería llevar a pensar que la única tecnología válida es la que viene de los países desarrollados. Es necesario mantener y fomentar en la medida de lo posible la innovación tecnológica y social local, que puede responder mejor a la realidad de las economías emergentes. Tampoco parece correcto pensar que la única tecnología relevante es la que forma parte de la gama de las consideradas tecnologías punta o de nueva generación, ya que muchas de estas pueden simplemente estar fuera del alcance y fuera de la escala eficiente en las economías emergentes. El desarrollo de un país hacia los modelos más sostenibles exige una implicación amplia de sus actores y la coordinación constante entre diferentes sectores políticos.

La transición ecológica del sistema se basa en cambios fundamentales tanto en las condiciones marco como en la arquitectura de los sistemas tecnoinstitucionales, en contraste con los cambios parciales en los subsistemas como cadenas de valor sectoriales o en los componentes como nuevos productos o procesos (Kemp et al., 2019). Estos tres niveles de cambio de sistemas se pueden relacionar con diferentes niveles de intervención pública (cuadro 3). En línea con el BID (2017), la intervención pública puede fomentar directamente la inversión en innovación a nivel de la entidad (empresa), ya 1) sea empresas individuales o 2) un grupo de empresas vinculadas en una cadena de valor o un clúster, o 3) abordar las condiciones marco (por ejemplo, por mejorar la disponibilidad en la economía de insumos clave para la innovación) que conducen a mayores niveles de actividad de innovación en la economía en su conjunto, que son consistentes con un crecimiento mayor y sostenido de la productividad.

Cuadro 3. Comparación de los niveles de intervención pública y los niveles de innovación verde/transición

Intervención pública	Niveles de innovación verde
Entidades e individuos (cheques de innovación)	Cambio de componentes (nuevos productos y procesos)
Grupos de entidades (programas clúster)	Cambio de subsistemas (nuevas cadenas de valor)
Condiciones marco (Constitución)	Cambio de sistema (transición tecnoinstitucional)

Fuente: elaboración propia.

Combinando los anteriores niveles de intervención pública y de innovación verde con el carácter radical o incremental de los cambios, en el cuadro 4 se proponen diferentes enfoques de la política, según el grado de desarrollo de los países. Así, en un primer estadio de desarrollo, y por tanto de las capacidades privadas y públicas, los países podrían plantearse políticas más orientadas a la adaptación y al cambio incremental, estando más a su alcance cambios en el nivel de componentes y subsistemas que una transición sistémica. En un nivel intermedio de desarrollo y consolidación resulta más realista un abordaje político más allá del cambio incremental, en las condiciones sectoriales e incluso del marco sistémico. Por último, en el nivel de los países pioneros en la innovación verde, tanto por capacidades privadas como públicas, la ambición debe situarse en el cambio radical y sistémico, con políticas orientadas hacia una auténtica transición hacia la sostenibilidad.

Cuadro 4. Ejemplos de intervención pública para la innovación verde en contexto nacional

	Instrumentos	Países emergentes	Países en consolidación	Países pioneros
Cambio del sistema/ condiciones macro	Constitución y decretos, acuerdos internacionales.	Viable	Viable	Viable
	Integración de medio ambiente en la educación reglamentaria.	Viable	Viable	Viable
	Regulación ambiental, estándares de emisión, políticas integradas de producto, responsabilidad extendida del productor.	Posible	Viable	Viable
	Impuestos (fiscalidad) para la transición verde.	Complejo	Posible	Viable
	Estrategias de transición.	Complejo	Posible	Viable
Cambio de subsistemas/ condiciones meso	Regulación y estándares sectorial.	Viable	Viable	Viable
	Ecosistemas de aceleración empresarial verde.	Viable	Viable	Viable
	Plataformas tecnológicas verde.	Viable	Viable	Viable
	Prospectiva estratégica regional, sectorial o temática para la innovación verde.	Viable	Viable	Viable
	Gestión estratégica de nichos.	Posible	Posible	Viable
	Comercio de emisiones y sistemas de depósito y retorno, acuerdos voluntarios.	Posible	Posible	Viable
	Subvenciones para investigación blue sky y PPP innovación radical.	Complejo	Posible	Viable
Cambio de componentes/ condiciones micro	Divulgación de buenas prácticas y casos de éxito.	Viable	Viable	Viable
	Formación complementaria, en la empresa y continua, tanto como programas de intercambio de innovación verde.	Viable	Viable	Viable
	Ventanilla única empresarial, subvenciones y préstamos (cheques de innovación), incubadoras, aceleradoras, hackatons y premios para emprendimiento verde, e investigación aplicada verde.	Viable	Viable	Viable
	Compra pública innovadora verde.	Complejo	Posible	Viable
	Subvenciones, préstamos y capital riesgo para deep tech startups e investigadores de temas verde blue sky.	Complejo	Posible	Viable

Fuente: elaboración propia.

La innovación verde permite compatibilizar la sostenibilidad del crecimiento socioeconómico con la del sistema natural: permite transitar hacia una EC mediante la reestructuración profunda de la economía a medio y largo plazo. Para poder aprovechar estas oportunidades es necesario desarrollar políticas públicas en varios frentes y con una visión amplia de transición (gráfico 11).

Gráfico 11. Áreas clave para el desarrollo de las políticas de innovación verde



Fuente: BID (2021).

Conclusiones

Dentro de su gravedad, el reciente frenazo en la economía mundial, y en particular en la región de ALC, también puede leerse como una oportunidad para arrancarla de nuevo con una orientación más sostenible mediante la innovación verde. Sin embargo, en ALC las iniciativas de políticas de innovación verde han sido esporádicas y heterogéneas en su forma y ejecución. Una de las razones que subyacen a esta situación es la presencia de diversas brechas de conocimiento en el área, que limitan la capacidad de los responsables de política pública para diseñar e implementar intervenciones efectivas. Gran parte de este desempeño limitado se relaciona concretamente con un marco de incentivos insuficiente o poco adecuado. La activación de ese potencial podría ofrecer interesantes oportunidades para mejorar la situación actual de la región.

Es importante distinguir entre los cambios radicales y los progresivos a los que da lugar la innovación verde, y cuáles son esenciales para su correcta aplicación y difusión en la sociedad. Mientras que las mejoras incrementales requieren políticas menos complejas, las radicales implican políticas ambiciosas y una combinación de políticas (policy mix). Este concepto de combinación de políticas es relevante, dado que existen diferentes barreras a las innovaciones verdes, que es improbable que haya una única medida que mitigue esas barreras y que, por tanto, serán necesarios varios instrumentos. En particular, cuando se aplican varios instrumentos simultáneamente debe prestarse atención para evitar señales contradictorias. La coordinación interministerial y las plataformas de coordinación ayudan a diseñar las combinaciones de políticas de forma que cada instrumento sea

complementario, o incluso sinérgico, con respecto a otros, aunque pueda haber soluciones de compromiso inevitables (del Río et al., 2021b). Un ejemplo prometedor de formulación de políticas de innovación holística es el Consejo Nacional de Innovación de Suecia (Edquist, 2019), presidido por el Primer Ministro, que se centra en la política de innovación. Esto se aparta de la mayoría de los consejos equivalentes de otros países, que tienden a centrarse predominantemente en la política científica.

Algunos ejemplos de sus resultados son la provisión de capital de riesgo por parte del Estado, la contratación pública funcional que mejore la innovación, los programas de colaboración entre empresas y agencias públicas para enfrentar los desafíos globales, y el desarrollo de una política de innovación integral (adicionalidad en la formulación de políticas de innovación). Otro ejemplo relevante de coordinación institucional extensa es la Plataforma europea de partes interesadas en la economía circular, fundada por el Comité Económico y Social Europeo junto con la Comisión Europea. Con esta plataforma, las partes interesadas relevantes y la sociedad civil participan en la realización de las áreas clave del Plan de Acción de la UE sobre Economía Circular (Union Europea, 2021). Por último, cabe destacar que, además de fomentar en la medida de lo posible las capacidades locales en la región de ALC para la producción de innovación verde, una parte integral de la política debe centrarse en desarrollar las capacidades de absorción y adopción de la tecnología externa, que pueda ser transferida a la región desde los países líderes de dichas tecnologías y prácticas.

Referencias

- Alleng, G., G. Edwards y N. Fragano. 2020. Can the Blue Economy spark a sustainable and inclusive recovery in the Caribbean? Hablemos de Sostenibilidad y Cambio Climático. Washington, D.C.: BID (Banco Interamericano de Desarrollo). Disponible en <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/en/can-the-blue-economy-spark-a-sustainable-and-inclusive-recovery-in-the-caribbean/>.
- Banco Mundial. 2012. Inclusive Green Growth. The Pathway to Sustainable Development. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- . 2018. What is the Blue Economy. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2017/06/06/blue-economy>.
- Belin, J., J. Horbach y V. Oltra. 2011. Determinants and Specificities of Ecoinnovations – An Econometric Analysis for the French and German Industry based on the Community Innovation Survey. Cahiers du GREThA, 2011e17. Disponible en <http://ideas.repec.org/p/grt/wpegrt/2011-17.html>.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2015. Innovación social y empresarial: Impulsando el emprendedurismo para el desarrollo social. Washington, D.C.: BID.
- . 2017. Innovation, Science, and Technology Sector Framework Document. Washington, D.C.: BID.
- . 2018. IDB launches Blue Tech Challenge with up to US\$2M in funding for Blue Economy proposals. Washington, D.C.: BID. Disponible en <https://www.iadb.org/en/idb-launches-blue-tech-challenge-us2m-funding-blue-economy-proposals>.
- . 2020a. The Caribbean can make waves with a blue ocean. Washington, D.C.: BID. Disponible en <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/en/the-caribbean-can-make-waves-with-a-blue-ocean-economy/>.
- . 2020b. Plan de acción del Grupo BID en materia de cambio climático 2021-2025. Washington D.C.: BID.
- . 2021. Oportunidades para un mayor crecimiento sostenible tras la pandemia. Informe macroeconómico de América Latina y el Caribe 2021. Washington, D.C.: BID. Disponible en <https://flagships.iadb.org/es/MacroReport2021/Oportunidades-para-un-mayor-crecimiento-sostenible-tras-la-pandemia>.
- Blanco-Iturbe, M. A., M. Samtani, C. Sainz-Paris, E. Giercksky, H. Li, S. Johnson y M. K. Currey. 2021. Acelerando la emisión de bonos azules en

América Latina y el Caribe. Washington, D.C.: BID Invest y Pacto Global de Naciones Unidas.

- Bouma, J.A., M. Verbraak, F. Dietz, y R. Brouwer. 2018. Policy mix: mess or merit? *Journal of Environmental Economics and Policy*, 8(1): 32-47. Disponible en <https://doi.org/10.1080/21606544.2018.1494636>.
- Braungart, M., W. McDonough y A. Bollinger. 2007. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for ecoeffective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 15(13-14): 1337-1348. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>.
- Cainelli, G., M. Mazzanti y S. Montresor. 2012. Environmental Innovations, Local Networks and Internationalization. *Industry and Innovation*, 19(8): 697-734. Disponible en <https://doi.org/10.1080/13662716.2012.739782>.
- Calleja, I. y L. Delgado. 2008. European Environmental Technologies Action Plan (ETAP). *Journal of Cleaner Production*, 16(1, S1): S181-3. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.10.005>.
- Carrillo-Hermosilla, J., P. del Río González y T. Könnölä. 2009. *EcolInnovation: When Sustainability and Competitiveness Shake Hands*. Londres: Palgrave Mcmillan.
- , 2011. *Crecimiento inteligente: Hacia una economía sostenible: Concepto, vectores de cambio y experiencia*. Madrid: IE Business School y PricewaterhouseCoopers.
- Celermajer, D., S. Chatterjee, A. Cochrane, S. Fishel, A. Neimanis, A. O'Brien, S. Reid, K. Srinivasan, D. Schlosberg y A. Waldow. 2020. Justice Through a Multispecies Lens. *Contemporary Political Theory*, 19: 475-512. Disponible en <https://doi.org/10.1057/s41296-020-00386-5>.
- Circle Economy. 2021. *The Circularity Gap Report 2021. The Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE)*. Londres: Circle Economy. Disponible en <https://www.circularity-gap.world/2021>.
- Coenen, L. y F. J. Díaz López. 2010. Comparing systems approaches to innovation and technological change for sustainable and competitive economies: An explorative study into conceptual commonalities, differences and complementarities. *Journal of Cleaner Production*, 18(12): 1149-60. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.003>.
- Cohen, W. M. y D. Levinthal. 1990. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1): 128-152. Disponible en <https://doi.org/10.2307/2393553>.
- Comisión Europea. 2021. *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones sobre un nuevo enfoque de la economía azul*

- sostenible de la UE. Transformar la economía azul de la UE para un futuro sostenible. Bruselas: Comisión Europea.
- Cooper, J. 2019. Growing Capability and Capacity in the Bluetech Startup Ecosystem. *Marine Technology Society Journal*, 53(4): 11-4.
- Costantini, V., F. Crespi y A. Palma. 2017. Characterizing the policy mix and its impact on ecoinnovation: A patent analysis of energy-efficient technologies. *Research Policy*, 46: 799-819.
- Curtis, S. K. y M. Lehner. 2019. Defining the Sharing Economy for Sustainability. *Sustainability*, 11(3): 567. Disponible en <https://doi.org/10.3390/su11030567>.
- De Comarmond, A. y R. Payet. 2010. Small Island Developing States: Incubators of Innovative Adaptation and Sustainable Technologies? *Coastal Zones and Climate Change*, 51-68. Disponible en <https://www.jstor.org/stable/resrep10902.10>.
- De Marchi, V. 2012. Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 41(3): 614-23. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.002>.
- del Río, P. 2004. Public policy and clean technology promotion. The synergy between environmental economics and evolutionary economics of technological change. *International Journal of Sustainable Development*, 7(2): 200-16.
- , 2005. Analysing the factors influencing clean technology adoption: a study of the Spanish pulp and paper industry. *Business Strategy and the Environment*, 14: 20-37. Disponible en <https://doi.org/10.1002/bse.426>.
- , 2009. The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda. *Ecological Economics*, 68(3): 861-78. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.07.004>.
- , 2014. On evaluating success in complex policy mixes: the case of renewable energy support schemes. *Policy Sciences*, 47(3): 267-87.
- del Río, P., J. Carrillo-Hermosilla y T. Könnölä. 2010. Policy Strategies to Promote EcoInnovation: An Integrated Framework. *Journal of Industrial Ecology*, 14(4): 541-57.
- del Río, P., J. Carrillo-Hermosilla, T. Könnölä y M. Bleda. 2016a. Resources, capabilities and competences for ecoinnovation. *Technological and Economic Development of Economy*, 22(2): 274-92.
- del Río, P., C. Peñasco y D. Romero-Jordán. 2016b. What drives ecoinnovators? A critical review of the empirical literature based on econometric methods. *Journal of Cleaner Production*, 112(4): 2158-70. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.009>.

- del Río, P., J. García-Quevedo y E. Martínez. 2021a. La ecoinnovación en España: situación, determinantes y políticas. *Papeles de Economía Española*, 169.
- del Río, P., C. Kiefer, J. Carrillo-Hermosilla y T. Könnölä. 2021b. *The Circular Economy: Economic, Managerial and Policy Implications*. Nueva York: Springer International. Disponible en <https://doi.org/10.1007/978-3-030-74792-3>.
- del Río, P., C. Kiefer y C. Carrillo. 2022. The Circular policy mix: an analysis of national strategies for the Circular Economy. En: M. Mazzanti, F. Díaz-López y R. Zoboli. *Handbook on Innovation, Society and the Environment*. Northampton: Edward Elgar Publishing.
- del Río, P., C. Peñasco y D. Romero-Jordán. 2015. Distinctive Features of Environmental Innovators: An Econometric Analysis. *Business Strategy and the Environment*, 24(6): 361-85. Disponible en <https://doi.org/10.1002/bse.1822>.
- Díaz López, F. J. 2003. Innovación tecnológica y ambiente. La industria química en México, *Breviarios de la Investigación*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Díaz López, F. J. y D. Villavicencio. 2007. Innovación y alianzas tecnológicas: ventajas y riesgos para una empresa química mexicana. En: R. Casas, C. de Fuentes y A. Vera-Cruz (eds.). *Acumulación de capacidades tecnológicas, aprendizaje y cooperación en la esfera global y local*. Estudios sobre innovación tecnológica. Ciudad de México: UAM (Universidad Autónoma Metropolitana), ADIAT (Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico) y Miguel Ángel Porrúa.
- Díaz López, F. J. y C. Montalvo. 2011. Repensando la innovación desde un punto de vista de la sostenibilidad ambiental: ¿es la ecoinnovación una herramienta-objetivo real, necesaria y alcanzable para países emergentes? *Innovación y Competitividad*, n.º 44, octubre-junio.
- Díaz López, F. J., B. Turnheim y C. Montalvo. 2018. Report on Project Strategy innovation for sustainable development network - inno4sd.net. Deliverable 1.7 of green.eu project. La Haya: Inno4sd.
- Díaz López, F. J., M. Grazzi, S. Sasso y G. Cárdenas (en prensa). *Green Innovation Policies for Latin America and the Caribbean*. Technical Notes Series. Washington, D.C.: BID.
- Ecopreneur.eu. 2019. Circular Economy Update: Overview of Circular Economy in Europe. Bruselas: Ecopreneur.eu. Disponible en <https://ecopreneur.eu/wp-content/uploads/2019/05/Ecopreneur-Circular-Economy-Update-report-2019.pdf>.
- Edquist, C. 2019. Towards a holistic innovation policy: Can the Swedish National Innovation Council (NIC) be a role model? *Research Policy*,

- 48(4): 869-79. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.008>.
- Ekins, P., T. Domenech, P. Drummond, R. Bleischwitz, N. Hughes y L. Lotti. 2019. The Circular Economy: What, Why, How and Where. UCL Background paper for an OECD/EC Workshop on 5 July 2019 within the workshop series "Managing environmental and energy transitions for regions and cities". París: Institute for Sustainable Resources, University College London.
- Ellen Macarthur Foundation. 2012. Hacia Una Economía Circular: Motivos económicos para una transición acelerada. Isla de Wight: Ellen MacArthur Foundation 22.
- Erdős, L. 2019. Arne Naess and the Deep Ecology Movement. En: L. Erdős, Green Heroes: From Buddha to Leonardo DiCaprio. Cham: Springer. Disponible en https://doi.org/10.1007/978-3-030-31806-2_19.
- Fazekas, A., C. Bataille y A. Vogt-Schib. 2022. Prosperidad libre de carbono. Cómo los gobiernos pueden habilitar 15 transformaciones esenciales. Washington, D.C.: BID. Disponible en <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Prosperidad-libre-de-carbono-como-los-gobiernos-pueden-habilitar-15-transformaciones-esenciales.pdf>.
- Flanagan, K., E. Uyarra y M. Laranja. 2011. Reconceptualising the 'policy mix' for innovation. Research Policy, 40(5): 702-13. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.02.005>.
- Florencio, P. 2016. Technology and innovation in the Brazilian oil sector: ticket to the future or passage to the past? Journal of World Energy Law & Business, 9(4): 237-53. Disponible en <https://doi.org/10.1093/jwelb/jww015>.
- Font-Vivanco, D., R. Kemp y E. van der Voet. 2015. The relativity of ecoinnovation: environmental rebound effects from past transport innovations in Europe. Journal of Cleaner Production, 101(15): 71-85. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.019>.
- Foxon, T., R. Gross y D. Anderson. 2003. Innovation in long term renewables options in the UK - overcoming barriers and system failures. ICEPT report for the DTI Renewable Innovation Review. Londres: Centre for Energy Policy and Technology, Imperial College London (ICEPT).
- Geels, F. 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. Research Policy, 31(8-9): 1257-74. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8).
- Georgeson, L., M. Maslin y M. Poessinouw. 2017. The global green economy: a review of concepts, definitions, measurement methodologies and their

- interactions. *Geo Geography and Environment*, 4(1): e00036. Disponible en <https://doi.org/10.1002/geo2.36>.
- GFL (Green Finance for Latin America and the Caribbean). 2022. Blue Economy. Washington, D.C.: GFL. Disponible en <https://www.greenfinancelac.org/our-initiatives/blue-economy/>.
- Golden, J. S., J. Virdin, D. Nowacek, P. Halpin, L. Benneer y P. G. Patil. 2017. Making sure the blue economy is green. *Nature Ecology & Evolution*, 1(2): 1-3.
- Grazzi, M., S. Sasso y R. Kemp. 2019. A Conceptual Framework to Measure Green Innovation in Latin America and the Caribbean. Washington, D.C.: BID. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002082>.
- Grubb M., P. Drummond, A. Poncia, W. McDowall, D. Popp, S. Samadi, C. Penasco, K. T. Gillingham, S. Smulders y M. Glachant. 2021. Induced innovation in energy technologies and systems: a review of evidence and potential implications for CO₂ mitigation. *Environmental Research Letters*, 16(4): 043007. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abde07>.
- Guerzoni, M. y E. Raiteri. 2015. Demand-side vs. supply-side technology policies: Hidden treatment and new empirical evidence on the policy mix. *Research Policy*, 44(3): 726-47. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.10.009>.
- Hartley, K., R. van Santen y J. Kirchherr. 2020. Policies for transitioning towards a circular economy: Expectations from the European Union (EU). *Resources, Conservation and Recycling*, 155: 104634. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104634>.
- Horbach, J. 2008. Determinants of environmental innovation—New evidence from German panel data sources. *Research Policy*, 37(1): 163-73. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>.
- Horbach, J., C. Rammer y K. Rennings. 2012. Determinants of ecoinnovations by type of environmental impact — The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 78: 112-22. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005>.
- Howlett, M. y P. del Río. 2015. The parameters of policy portfolios: verticality and horizontality in design spaces and their consequences for policy mix formulation. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 33(5): 1233-45. Disponible en <https://doi.org/10.1177/0263774X15610059>.
- Howlett, M., J. Vince y P. del Río. 2017. Policy Integration and Multi-Level Governance: Dealing with the Vertical Dimension of Policy Mix Design. *Politics and Governance*, 5(2): 69-78. Disponible en <https://doi.org/10.17645/pag.v5i2.928>.

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2000. Informe Especial del Grupo de Trabajo III del IPCC. Cuestiones metodológicas y tecnológicas en la transferencia de tecnología. Resumen para responsables de políticas. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Disponible en <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srtr-sp-1.pdf>.
- , 2018. Calentamiento global de 1,5°C Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza. Resumen para responsables de políticas. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf.
- Jänicke, M., J. Blazejczak, D. Edler y J. Hemmelskamp. 2000. Environmental policy and innovation: an international comparison of policy frameworks and innovation effects. En: J. Hemmelskamp, K. Rennings y F. Leone (eds.), *Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approaches and Empirical Analysis*, Heidelberg: Physica Verlag. Disponible en <https://doi.org/10.1007/978-3-662-12069-9>.
- Kemp, R., M. Dijk, T. Domenech, H. Wieser, B. Bahn-Walkowiak y P. Weaver. 2014. Synthesis report and conclusions about drivers and barriers, POLFREE Deliverable 1.7. Disponible en <https://www.ucl.ac.uk/polfree/publications/publications-2014/1.7.pdf>.
- Kemp, R., A. Arundel, C. Rammer, M. Miedzinski, C. Taipa, N. Barbieri, S. Türkeli, A. M. Bassi, M. Mazzanti, D. Chapman, F. J. Díaz López y W. McDowall. 2019. *Maastricht Manual on Measuring Ecoinnovation for a Green Economy*. Panamá: Inno4sd. Disponible en <https://www.inno4sd.net/uploads/originals/1/inno4sd-pub-mgd-02-2019-fnl-maastrich-manual-ecoinnovation-isbn.pdf>.
- Köhler, J., F. W. Geels, F. Kern, J. Markard, E. Onsongo, A. Wieczorek, F. Alkemade, F. Avelino, A. Bergek, F. Boons y L. Fünfschilling. 2019. An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31: 1-32. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>.
- Knickrehm, M., B. Berthon y P. Daugherty. 2016. Digital disruption: The growth multiplier. Optimizing digital investments to realize higher productivity and growth. Dublín: Accenture Strategy.
- Könnölä, T. 2020. *Hacia la economía circular inteligente: el papel de la digitalización*. Madrid: Fundación España Digital. Disponible en

<https://www.retaildigital.es/publicacion/hacia-la-economia-circular-inteligente-el-papel-de-la-digitalizacion/>.

- Koop, F. 2020. New technologies to protect Latin America's biodiversity. Predicting floods, protecting wildlife and savings lives and forests. Atlanta: The Oxygen Project. Disponible en <https://www.theoxygenproject.com/post/new-technologies-to-protect-latin-americas-biodiversity/>.
- Lacy, P., J. Long y W. Spindler. 2020. The Circular Economy Handbook: Realizing the Circular Advantage. London: Palgrave Macmillan.
- Leal Rosillo, R. y D. Baringo. 2018. Drones ambientales y sociales, ¡listos! Analizando impactos y riesgos en proyectos. Washington, D.C.: BID. Disponible en <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/drones-ambientales-y-sociales/>.
- Leceta, J. M. y T. Könnölä. 2021. Fostering entrepreneurial innovation ecosystems: lessons learned from the European Institute of Innovation and Technology. Innovation: The European Journal of Social Science Research, 34: 1-20. Disponible en <https://doi.org/10.1080/13511610.2019.1612737>.
- Mandujano, S, M., C. Mulero Pazmany y A. Rísquez-Valdepeña. 2017. Drones: una nueva tecnología para el estudio y monitoreo de fauna y hábitats. Agroproductividad, 10(10): 79-84.
- McDowall, W., F. J. Díaz López, L. Seiffert, R. Kemp, R. Zoboli y P. Ekins. 2015. Environmental macro-indicators of innovation: policy, assessment and monitoring. EMInInn Final Report (D10.4). Londres, Delft, Maastricht y Milán: FP7 project EMInInn Macro-level Indicators to monitor the environmental impact of innovation.
- Mercado, A. 2004. Aprendizaje tecnológico y desarrollo socioinstitucional: la industria química y petroquímica en Brasil y Venezuela. Caracas: Fundación Polar.
- Mercado, A. y P. Testa. 2001. Tecnología y ambiente: el desafío competitivo de la industria química y petroquímica venezolana. Fundación Polar, Cendes-UCV.
- Milios, L. 2017. Advancing to a Circular Economy: three essential ingredients for a comprehensive policy mix. Sustainability Science, 13: 861-78. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11625-017-0502-9>.
- Mir-Artigues, P. y P. del Río. 2016 The Economics and Policy of solar Photovoltaic Generation. Nueva York: Springer International.
- Mostaque, L. 2020. Science, Technology and Innovation for Sustainable Ocean Economy: A South Asian perspective. Tech Monitor, Jan-Mar.
- Naciones Unidas. 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Nueva York: Naciones Unidas.

- , 2019. Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019. Nueva York: Naciones Unidas.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2011. Hacia una mejora de políticas para la ecoinnovación. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- , 2021. Social Innovation Projects. Luxemburgo: OECD Publishing. Disponible en <https://www.oecd.org/regional/leed/social-innovation.htm>.
- OECD/Eurostat. 2018. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th edition. The Measurement of Scientific; Technological and Innovation Activities. Luxemburgo: OECD Publishing, París/Eurostat. Disponible en <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
- Pauli, G. A. 2010. La economía azul: 10 años, 100 innovaciones, 100 millones de empleos: un informe para el Club de Roma. Barcelona: Tusquets.
- Pauthier, A. y I. Cochram. 2020. Climate Brief N.º 64. From Aligning with Paris to the SDGs key messages. París: Institute for Climate Economics.
- Pirela, A., R. Rengifo, R. Arvanitis y A. Mercado. 1991. Conducta empresarial y cultura tecnológica. Empresas y centros de investigación en Venezuela. Caracas: CENDES.
- Reichardt, K. y K. S. Rogge. 2016. How the policy mix impacts innovation: Findings from company case studies on offshore wind in Germany. Environmental Innovation and Societal Transitions, 18, 62-81. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.08.001>.
- Reichardt, K., K. S. Rogge y S. O. Negro. 2017. Unpacking policy processes for addressing systemic problems in technological innovation systems: The case of offshore wind in Germany. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 80: 1217-26. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.280>.
- Rennings, K. 2000. Redefining innovation — ecoinnovation research and the contribution from ecological economics. Ecological Economics, 32(2): 319-32. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3).
- Roberts, J. y A. Ali. 2016. The Blue Economy and Small States. Commonwealth Blue Economy Series, N.º 1. Londres: Commonwealth Secretariat.
- Rodríguez, A. G., A. O. Mondaini y M. A. Hitschfeld. 2017. Bioeconomía en América Latina y el Caribe Contexto global y regional y perspectivas. Serie Desarrollo Productivo 94. Santiago: CEPAL (). Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/42427>.
- Rogers, E. 1983. Diffusion of innovations, New York, The Free Press.

- Rogge, K. y K. Reichardt. 2015. Going beyond instrument interactions: Towards a more comprehensive policy mix conceptualization for environmental technological change. SPRU Working Paper Series, SWPS 2015-12. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2743225>.
- Rotmans, J., R. Kemp, M. van Asselt, F. Geels, G. Verbong y K. Molendijk. 2000. Transities & transitiemanagement. De casus van een emissiearme energievoorziening. Maastricht: ICIS Merit.
- Rovira, S., J. Patiño y M. Schaper. 2017. Ecoinnovación y producción verde: Una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40968/1/S1700072_es.pdf.
- Ryder, B. 2008. Sustainable consumption and production policies. DEFRA, October.
- Saavedra, J. J y G. Alleng. 2020. Sustainable Islands: Defining a Sustainable Development Framework Tailored to the Needs of Islands. Technical Note N.º IDB-TN-2053. Washington, D.C.: BID, Caribbean Country Department and Climate Change and Sustainable Development Sector. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002902>.
- Salazar, M. 2018. La economía circular como respuesta alternativa a los desafíos de la alimentación: análisis de caso para la situación de Chile. Revista Chilena de Relaciones Internacionales, 2018, 2 (2), 94-104.
- Salazar, J. C., 2019. Recomendaciones de política para la integración de tecnologías ecológicamente racionales en los sistemas nacionales de innovaciones. Washington, D.C. BID.
- Schmidheiny, S. 1992. Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment. Cambridge: MIT Press.
- Schmidt, T. S. y S. Sewerin. 2019. Measuring the temporal dynamics of policy mixes – an empirical analysis of renewable energy policy mixes’ balance and design features in nine countries. Research Policy, 48(10): 103557. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.012>.
- Smits, R. y S. Kuhlmann. 2004. The rise of systemic instruments in innovation policy. International Journal of Foresight and Innovation Policy, 1(1-2): 4-32. Disponible en <https://doi.org/10.1504/IJFIP.2004.004621>.
- Stern, N. 2007. The Economics of Climate Change. The Stern Review. Nueva York: Cambridge University Press.
- Tacsir, E. 2020. Revisión de Políticas de Innovación Verde (Gi) en Argentina.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2019. Trade in clean technologies offers opportunities in economic development, job creation and innovation. Disponible en

- <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/trade-clean-technologies-offers-opportunities-economic-development>.
- , 2021. Green Economy. Disponible en <https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy>.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 2021. What is technology development and transfer? Disponible en <https://unfccc.int/es/node/15869>.
- Unión Europea. 2021. European Circular Economy Stakeholder Platform. A joint initiative by the European Commission and the European Economic and Social Committee. Disponible en <https://circulareconomy.europa.eu/platform/>.
- Unruh, G. C. 2000. Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, 28(12): 817-30. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00070-7).
- Utterback, J. y W. Abernathy. 1975. A dynamic model of process and product innovation. *OMEGA The International Journal of Management Science*, 3, 639-656.
- Uusitalo, T., E. Huttunen-Saarivirta, J. Hanski, M. Lima-Toivanen, J. Myllyoja y P. Valkokari. 2020. Policy Instruments and Incentives for Circular Economy - Final report. 16 January 2020. Berlín: EIT Raw Materials.
- Uusikartano J., H. Väyrynen y L. Aarikka-Stenroos. 2020. Public Agency in Changing Industrial Circular Economy Ecosystems: Roles, Modes and Structures. *Sustainability*, 12(23): 10015. Disponible en <https://doi.org/10.3390/su122310015>.
- Viscidi, L. y A. Yépez-García. 2019. Subastas de energía limpia en América Latina. Washington, D.C.: BID. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002133>.
- Voyer, M., G. Quirk, A. McIlgorm y K. Azmi. 2018. Shades of blue: what do competing interpretations of the Blue Economy mean for oceans governance? *Journal of Environmental Policy & Planning*, 20(5): 595-616. Disponible en <https://doi.org/10.1080/1523908X.2018.1473153>.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). 2006. Ecoefficiency. Learning Module. Ginebra: WBCSD, Five Winds International.
- , 2019. Policy enablers to accelerate the circular economy. Scaling up actions across regions and stakeholders. Ginebra: WBCSD. Disponible en <https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Factor-10/Resources/Policy-enablers-to-accelerate-the-circular-economy>.
- Wieczorek, A. J. y M. P. Hekkert. 2012. Systemic instruments for systemic innovation problems: a framework for policy makers and innovation

scholars. Science and Public Policy, 39(1): 74-87. Disponible en <https://doi.org/10.1093/scipol/scr008>.

Wilts, H. y M. O'Brien. 2019. A Policy Mix for Resource Efficiency in the EU: Key Instruments, Challenges and Research Needs. Ecological Economics, 155: 59-69. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.004>.