

INFORME SOBRE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2023

Abrir ventanas verdes

*Oportunidades tecnológicas para un
mundo con bajas emisiones de carbono*

PANORAMA GENERAL

EMBARGO

The contents of this report must not be quoted
or summarized in print, broadcast, electronic
or social media before

16 March 2023 at 12 a.m. GMT, 1 p.m. CET



**Naciones
Unidas**

INFORME SOBRE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2023

Abrir ventanas verdes

*Oportunidades tecnológicas para un
mundo con bajas emisiones de carbono*

PANORAMA GENERAL



**Naciones
Unidas**

Ginebra, 2023

© 2023, Naciones Unidas

La presente obra está disponible en libre acceso de conformidad con la licencia Creative Commons creada para las organizaciones intergubernamentales, disponible en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/>.

Las denominaciones empleadas en esta obra y la forma en que aparecen presentados los datos que figuran en sus mapas no implican, de parte de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Quedan permitidas las fotocopias y las reproducciones de extractos debidamente citadas.

Esta publicación ha sido objeto de revisión editorial externa.

Publicación de las Naciones Unidas editada por la Conferencia
de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

UNCTAD/TIR/2022 (Overview)

PANORAMA GENERAL

ABRIR VENTANAS VERDES

Oportunidades tecnológicas para un mundo con bajas emisiones de carbono

1. Ventanas de oportunidad verdes

En 2023, el mundo afronta graves problemas sociales y económicos. Mientras tratan de recuperarse de la pandemia de COVID-19, muchos países se enfrentan ahora a las repercusiones de la guerra en Ucrania, que no solo ha causado un inmenso sufrimiento, sino que también ha agudizado las tensiones geopolíticas y ha generado amenazas para el comercio mundial y la seguridad energética y alimentaria.

Las decisiones más difíciles se plantean en los países en desarrollo, donde esta coyuntura de crisis amenaza los avances en materia de desarrollo que tanto esfuerzo han costado. Para erradicar la pobreza, esos países necesitan economías diversificadas y más productivas que permitan crear más y mejores empleos y aumentar el ingreso de los hogares. Cabe notar que un crecimiento económico más rápido exigirá mucha más energía que, si proviene de los combustibles fósiles, liberará millones de toneladas de carbono en la atmósfera.

Sin embargo, si la comunidad internacional está determinada a llevar a cabo transformaciones sociales, económicas y tecnológicas equitativas, guiadas por los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los países en desarrollo no tienen por qué seguir la trayectoria tradicional de crecimiento basado en el consumo de carbono.

La edición de 2023 del *Informe sobre tecnología e innovación* se centra específicamente en lo que puede lograrse mediante la innovación tecnológica, abriendo "ventanas de oportunidad verdes". No se da a entender que los problemas se resolverán solo con tecnología, ni que la nueva tecnología sea necesariamente beneficiosa, ya que lo que es provechoso para un grupo puede ser perjudicial para otros. Sin embargo, sí se argumenta que la innovación y los avances en ciencia y tecnología, guiados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible, pueden utilizarse para llevar al mundo por vías más sostenibles y equitativas, particularmente en la generación y el uso de la energía.

El informe gira en torno al concepto de innovación ecológica, es decir, la creación o la introducción de bienes y servicios nuevos o mejorados que

PANORAMA GENERAL

dejen una menor huella de carbono y que abran ventanas de oportunidad verdes. Los países en desarrollo tienen ahora oportunidades para recuperar terreno, reducir la pobreza y, al mismo tiempo, contribuir a hacer frente al cambio climático y encaminar al mundo por una senda más sostenible.

Para los países que aspiran a alcanzar a los que están más avanzados tecnológicamente, la adopción de un enfoque ecológico requiere algo más que la mera imitación: exige adaptación creativa e innovación. Es probable que las vías difieran sustancialmente de las adoptadas por las economías avanzadas. En la siguiente figura se presentan los cuatro componentes principales de la innovación ecológica. El punto de partida es experimentar con nuevas ideas y tecnologías y adaptarlas a las circunstancias, los valores y las prioridades locales (figura 1). Para aprovechar esas ideas, los países necesitarán la infraestructura adecuada en forma de bienes públicos. Ello requerirá una intervención gubernamental directa, consistente en el apoyo al establecimiento de nuevos sectores ecológicos, por ejemplo, o la aprobación de reglamentos sobre cuestiones como la contaminación del aire o del agua. La innovación ecológica también se ve influida por los acuerdos y las agendas, las normas y los mecanismos mundiales, especialmente los relacionados con el cambio climático, como el Acuerdo de París.

Figura 1

Fases de la apertura de ventanas verdes



Fuente: UNCTAD.

2. Avanzar rápido con tecnologías de frontera

En la vanguardia de la innovación ecológica se encuentran tecnologías nuevas y en rápida evolución que aprovechan la digitalización y la conectividad. En el informe se examinan 17 de esas "tecnologías de frontera" —desde la

PANORAMA GENERAL

inteligencia artificial (IA) hasta el hidrógeno verde o los biocombustibles—, se ponen de relieve sus posibles beneficios económicos y se evalúan las capacidades de los países para utilizar, adoptar y adaptar esas innovaciones.

Esas tecnologías han experimentado un enorme crecimiento en los dos últimos decenios: su valor total de mercado era de 1,5 billones de dólares de los Estados Unidos en 2020, y de aquí a 2030 este podría alcanzar los 9,5 billones de dólares. De esta última cuantía, en torno a la mitad corresponde a la Internet de los objetos (IoT), que abarca una amplia gama de dispositivos en múltiples sectores. Esas tecnologías son suministradas principalmente por unos pocos países, entre los que destacan los Estados Unidos de América, China y países de Europa Occidental.

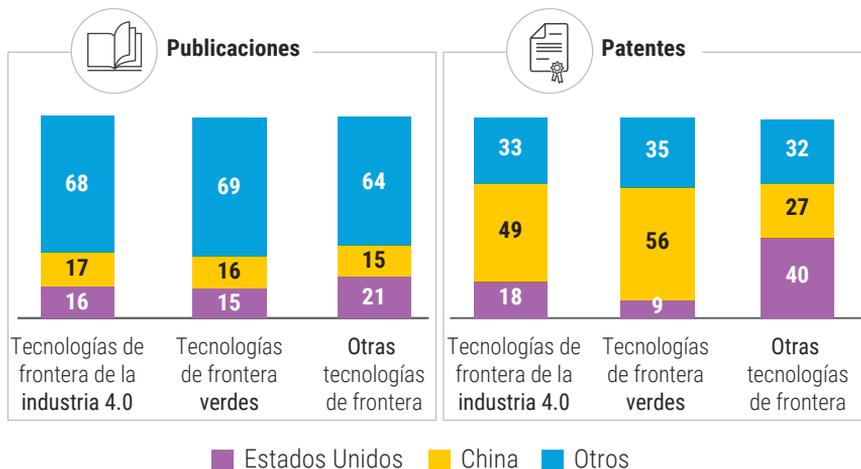
Como en anteriores olas de automatización, las tecnologías de frontera destruyen viejos empleos a la vez que crean otros nuevos. Las previsiones actuales en materia de empleo pueden ser más pesimistas debido a la creciente capacidad de la IA para imitar la inteligencia humana. Sin embargo, la mayoría de los escenarios alarmistas a menudo no tiene en cuenta que no todas las tareas de un trabajo se automatizan y, lo que es más importante, que la tecnología también crea productos, tareas, profesiones y actividades económicas nuevos en el conjunto de la economía. El impacto neto sobre el empleo dependerá del equilibrio final entre la creación y la destrucción de puestos de trabajo.

En lo que respecta a esas nuevas tecnologías, el panorama del conocimiento está dominado por los Estados Unidos y China, a los que corresponde conjuntamente el 30 % de las publicaciones y casi el 70 % de las patentes a escala mundial (figura 2). Otros países compiten en categorías específicas, en particular Alemania, Francia, la India, el Japón, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y la República de Corea.

Todas esas tecnologías se encuentran en las fronteras del cambio, pero algunas están más maduras que otras, como demuestra el registro de patentes y publicaciones. Sobre la base de los años en que se solicitaron por primera vez las patentes y del período durante el cual se citaron las patentes originales, la tecnología más madura es la IA. La mayoría de las patentes de esta tecnología se solicitaron en 2014, y en ellas se citan patentes que datan en promedio de 2005, lo que arroja una diferencia de unos nueve años. En contra de lo que se podría pensar, las patentes actuales de IA, como las relativas a los vehículos autónomos y el metaverso,

PANORAMA GENERAL

Figura 2
Proporción de publicaciones y patentes, por país
y por tecnología de frontera
(En porcentajes)



Fuente: Cálculos de la UNCTAD, a partir de datos de Scopus y PatSeer.

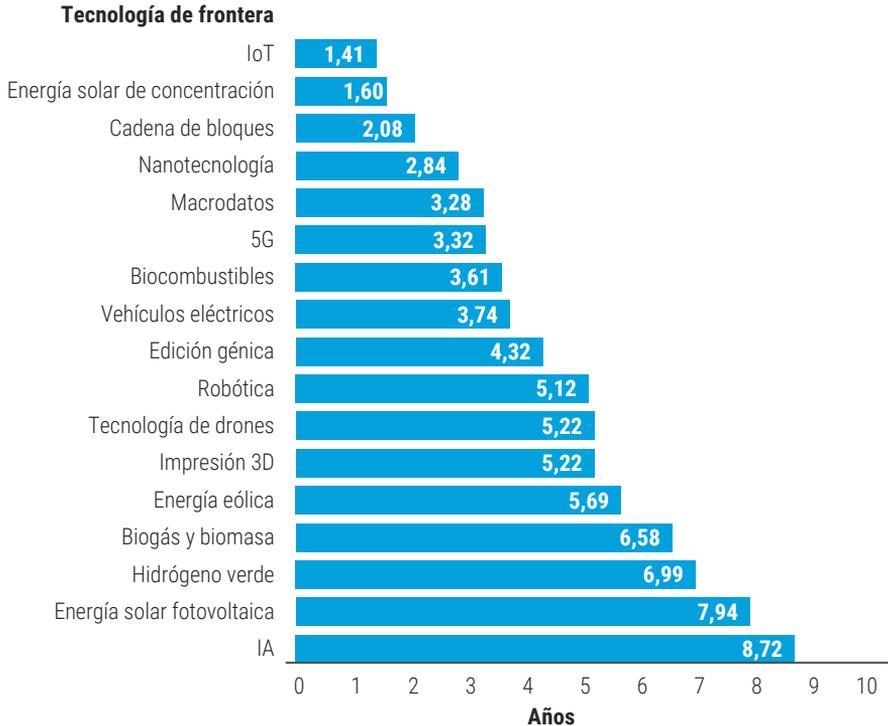
están tecnológicamente más cerca de las correspondientes a los motores de búsqueda y los mapas digitales, y muchos de los principios subyacentes patentados en 2005 siguen siendo válidos.

La IoT, por su parte, es relativamente inmadura, ya que el promedio de los años de solicitud de la patente es 2017 y el promedio de las fechas de las patentes citadas es 2016. Esto da a entender que el diseño dominante que subyace a la innovación en la IoT se actualiza con periodicidad casi anual, lo que refleja una tecnología que sigue evolucionando rápidamente.

Para los países en desarrollo, que necesitan recuperar terreno, las tecnologías más maduras pueden parecer opciones más sencillas y asequibles, ya que exigen menos investigación y desarrollo. La biomasa y la energía solar fotovoltaica, por ejemplo, incorporan tecnologías sobradamente probadas que los países rezagados pueden absorber y utilizar importando maquinaria del exterior. Por ejemplo, en el caso de la energía solar fotovoltaica, China importó inicialmente maquinaria de producción extranjera y aprovechó las economías de escala. Sin embargo, ahora puede resultar más difícil entrar

PANORAMA GENERAL

Figura 3
Madurez de las patentes de las tecnologías de frontera



Fuente: UNCTAD.

Nota: El número que figura en el gráfico de barras muestra la madurez de la patente de cada tecnología, esto es, la diferencia entre el promedio ponderado de los años de solicitud de las patentes y el promedio ponderado de los años (entre 2000 y 2021) de las 20 patentes más citadas en ellas.

en esos mercados, ya que las empresas establecidas habrán desarrollado procesos de producción sólidos y eficientes y son capaces de vender en los mercados internacionales a precios más competitivos.

3. Sentar las bases

Para que los países en desarrollo puedan aprovechar los beneficios económicos asociados a las nuevas tecnologías, sus empresas deben

PANORAMA GENERAL

disponer de las capacidades necesarias. Esto incluye no solo las competencias científicas o técnicas, sino también las políticas, los reglamentos y las infraestructuras que se requieren con tal fin. Con miras a evaluar la preparación de los países para utilizar, adoptar y adaptar equitativamente las tecnologías de frontera, en el presente informe se exponen los valores de 2023 del “índice de preparación”, que combina indicadores correspondientes a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), las competencias, la investigación y el desarrollo (I+D), la capacidad industrial y la financiación. Esta clasificación de 166 países está dominada por las economías de ingreso alto, especialmente los Estados Unidos de América, Suecia, Singapur, Suiza y los Países Bajos. En el segundo cuarto de la lista figuran las economías emergentes, en particular el Brasil, en el puesto 40; China, en el 35; la Federación de Rusia, en el 31; la India, en el 46; y Sudáfrica, en el 56. La posición de China en la clasificación, inferior a la esperada en relación con sus capacidades productiva y de innovación en tecnologías de frontera, se debe a las disparidades existentes entre las zonas urbanas y las rurales en cuanto a la cobertura de Internet y la velocidad de banda ancha. Más atrás están los países de América Latina, el Caribe y África Subsahariana, que son los menos preparados para utilizar, adoptar y adaptar las tecnologías de frontera y corren el riesgo de perder las actuales ventanas de oportunidad.

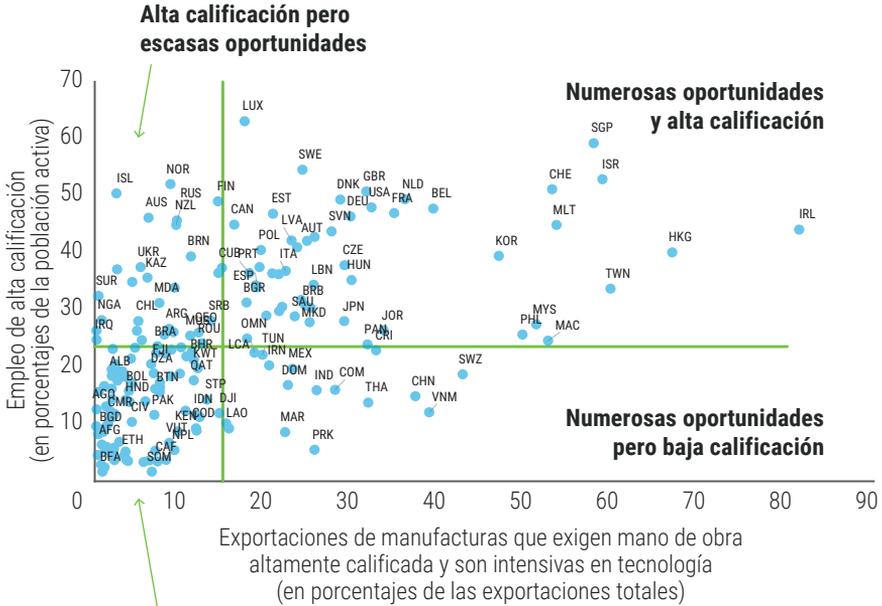
Los datos sobre los distintos componentes del índice ponen de relieve los aspectos que deben mejorarse. En general, los países en desarrollo en su conjunto ocupan puestos más bajos en sus indicadores de conectividad de las TIC y competencias. Los países menos adelantados (PMA), los países en desarrollo sin litoral (PDSL) y los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) se sitúan por debajo del puesto 100 en todos los indicadores, y sus principales puntos débiles son la infraestructura de TIC y la investigación y el desarrollo.

Los países que están en mejores condiciones para pasar a una producción inteligente son los que cuentan con mayores niveles de competencias y con una industria manufacturera más fuerte. En la siguiente figura se muestran las relaciones entre las competencias de la mano de obra y las oportunidades de mercado, sobre la base de las exportaciones de manufacturas que exigen mano de obra altamente calificada y son intensivas en tecnología (expresadas como porcentaje de las exportaciones totales) y del empleo de alta calificación (expresado como porcentaje de la población activa).

PANORAMA GENERAL

Figura 4

Preparación para beneficiarse de la difusión de la industria 4.0



Fuente: UNCTAD (2022), *Industry 4.0 for Inclusive Development* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta E.22.II.D.8, Nueva York y Ginebra).

Nota: Las líneas continuas representan el promedio mundial no ponderado de esos dos indicadores. Se utilizan los códigos de la Organización Internacional de Normalización.

Apertura y cierre de ventanas

El panorama tecnológico en rápida evolución ofrece ventanas de oportunidad verdes a los países en desarrollo respecto de productos específicos de energía renovable. Estos deberían aprovecharlas ahora, de ser posible, ya que es probable que se cierren a medida que otros países tomen las riendas de los mercados. De lo contrario, podrían quedarse bloqueados por completo en las trayectorias basadas en los combustibles fósiles y entregar todo el mercado a los inversionistas extranjeros. Mucho depende de las condiciones previas de los países, así como de sus

PANORAMA GENERAL

capacidades y voluntad de aprovechar las oportunidades y responder estratégicamente a estas, a medida que surjan.

En cuanto a las tecnologías de energía renovable, las trayectorias para recuperar terreno varían considerablemente en función del sector y el país. En el cuadro que figura a continuación se contemplan cuatro escenarios, que ilustran las ventanas que se han abierto o están al alcance de la mano, y los países y las tecnologías que las han aprovechado.

Cuadro 1

Cuatro escenarios en relación con las ventanas verdes

Respuestas Preparación	Fuertes	Débiles
Buena	Escenario 1: Ventanas abiertas Energía solar fotovoltaica, biomasa y energía solar de concentración – China Bioetanol – Brasil Hidrógeno – Chile (potencialmente)	Escenario 2: Ventanas que se han de abrir Energía solar fotovoltaica – India Biogás – Bangladesh Energía solar de concentración – Marruecos Energía eólica – China
Deficiente	Escenario 3: Ventanas al alcance de la mano Biomasa – Tailandia y Viet Nam Hidrógeno – Namibia	Escenario 4: Ventanas lejanas Energía eólica – Kenya Bioenergía – México y Pakistán

Fuente: UNCTAD.

El mejor escenario es el que combina buenas condiciones previas con respuestas fuertes. Por ejemplo, en lo que respecta al hidrógeno verde en Chile, el país cuenta con condiciones previas adecuadas y puede mostrar una respuesta fuerte en el desarrollo de la tecnología. El Brasil, por su parte, se encuentra en una buena posición en lo que respecta al biocombustible. Tiene una larga historia de cultivo de la caña de azúcar y, a partir de la década de 1970, empezó a realizar importantes inversiones

PANORAMA GENERAL

en las tecnologías, al tiempo que creaba demanda y establecía un marco de apoyo. Con ello, el país ha conseguido recuperar terreno y convertirse en un líder mundial, tanto en la tecnología como en el uso del etanol y la exportación de combustible.

Sin embargo, la falta de buenas condiciones previas no significa que la ventana de oportunidad esté cerrada. Mucho depende de las respuestas a diferentes niveles de gobierno y de la implicación de las diversas partes interesadas de los sectores público y privado. Por ejemplo, el Gobierno tailandés superó las deficientes condiciones previas en lo que respecta al biocombustible mediante respuestas de política fuertes.

Los países deberían superar sus limitaciones iniciales si quieren obtener beneficios económicos. Aunque las oportunidades difieren mucho de una tecnología de energía renovable a otra, los países que adoptan un enfoque ecológico deben transitar por dos etapas principales. La primera consiste en encontrar y abrir ventanas de oportunidad, sobre la base de la disponibilidad de recursos naturales, como un régimen de vientos favorable, y de la utilización de políticas para impulsar la demanda y la capacidad nacional para utilizar o dotarse de la tecnología necesaria. La segunda consiste en evaluar qué se necesita para mantener los procesos. También es probable que haya bucles de retroalimentación que requieran ajustes periódicos.

Vías hacia una producción más compleja y sostenible

El mejor rumbo para los países en desarrollo es una transición hacia productos más complejos¹, que tengan mayor valor agregado y menor huella de carbono.

En la mayoría de los países en desarrollo de ingreso bajo, la diversificación económica implica emular a las industrias de los países más desarrollados —una progresión constante basada en las industrias existentes—, esto es, "depende de la trayectoria". Si un país ya tiene la capacidad para fabricar productos de tecnología media y alta, se encuentra en una mejor posición y puede avanzar en varias direcciones. Sin embargo, si se dedica en gran medida a la producción de productos primarios, tiene menos puntos de partida. Si las tecnologías básicas deben aprenderse o transferirse desde el extranjero, es probable que la innovación requiera un mayor apoyo

¹ Se considera que la fabricación de productos más complejos requiere mayores niveles de tecnología.

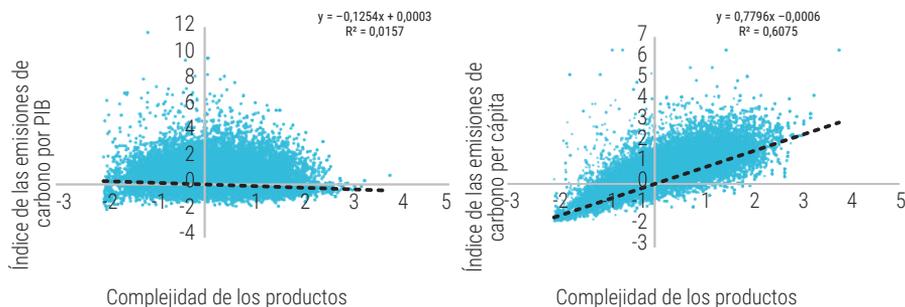
PANORAMA GENERAL

gubernamental. Con todo, sea cual sea la vía que elijan para adoptar un enfoque ecológico, los Gobiernos de los países en desarrollo de ingreso bajo y mediano bajo tienen que actuar con rapidez y decisión; de lo contrario, se quedarán aún más rezagados.

En general, la complejidad aumenta a medida que los países pasan de la agricultura a la industria y a la fabricación de tecnología media y alta. Sin embargo, esto no se traduce necesariamente en una producción más ecológica. Los sectores menos complejos que también tienen una menor huella de carbono comprenden los textiles, los productos vegetales, los productos alimenticios y el calzado. Los sectores más complejos y con mayor huella de carbono comprenden los productos químicos y de las industrias conexas, los metales y los productos minerales. Sin embargo, mucho dependerá de la combinación de productos porque, dentro de cada sector industrial, se pueden encontrar productos con diversos niveles de emisiones de carbono, tanto inferiores como superiores al promedio mundial.

Para ayudar a los países a elegir vías más ecológicas, la UNCTAD ha elaborado índices de complejidad económica y huellas de carbono para 43.000 productos que se exportan en los mercados internacionales. A medida que la combinación de productos se hace más compleja y sofisticada, las emisiones de carbono por unidad de PIB pueden disminuir; no obstante, si se fabrican más productos para más personas, las emisiones totales aumentarán (figura 5).

Figura 5
Relación entre la huella de carbono y la complejidad de los productos, 2018



Fuente: UNCTAD.

PANORAMA GENERAL

Para seleccionar orientaciones más complejas y ecológicas, los Gobiernos deberían reforzar las capacidades nacionales de análisis de nuevos sectores (figura 6). Para ello habrá que hacer un balance de las capacidades tecnológicas y productivas existentes en el país y de la disponibilidad de recursos naturales, como el viento o los desechos agrícolas. La evaluación también puede aprovechar herramientas internacionales, como la publicación *Catalogue of Diversification Opportunities 2022* (catálogo de oportunidades de diversificación) de la UNCTAD. Los Gobiernos también deben considerar cómo pueden encajar estas capacidades y recursos en las cadenas globales de valor. Asimismo, los encargados de formular políticas deberían estar preparados para ajustar sus marcos institucionales a medida que se abran las ventanas de oportunidad.

Figura 6
Seleccionar oportunidades de diversificación realistas



Fuente: UNCTAD.

Nota: La gama de productos es una representación en red de la similitud entre los productos comercializados en el mercado mundial en términos de la tecnología necesaria para su producción.

Doble transición para las cadenas globales de valor: ecológica y digital

La capacidad de la mayoría de los países para llevar a cabo una transición hacia productos más complejos y ecológicos dependerá del comercio, esto es, de cómo puedan encajar en las cadenas globales de valor. Al

PANORAMA GENERAL

participar en las cadenas globales de valor, los países se pueden diversificar produciendo y exportando piezas y componentes de productos finales, o ascendiendo en la cadena agregando mayor valor a su producción actual.

La ecologización de las cadenas globales de valor en las industrias manufactureras se ve impulsada por 1) la legislación nacional sobre medio ambiente y los acuerdos comerciales que incluyen disposiciones ambientales; 2) los nuevos patrones de las preferencias de la demanda y de los comportamientos del consumidor; y 3) las nuevas tecnologías que inducen una mejora de la eficiencia para satisfacer los requisitos de una demanda más ecológica. Estos factores pueden abrir ventanas de oportunidad verdes a empresas de países rezagados que participen en las cadenas globales de valor; sin embargo, esas oportunidades no se aprovechan automáticamente, y de no hacerlo, las empresas pueden quedar en peor situación que antes.

Las cadenas globales de valor pueden tornarse más ecológicas por dos vías principales. La primera consiste en fabricar bienes utilizados para la producción ecológica, como los paneles solares fotovoltaicos y las turbinas eólicas. La segunda consiste en ecologizar las industrias manufactureras tradicionales, como la alimentaria, textil y de la confección, del cuero y el calzado y la del mueble.

La ecologización de las cadenas globales de valor tradicionales puede lograrse mediante la adopción de tecnologías de frontera digitales asociadas a la fabricación inteligente, a menudo denominada cuarta revolución industrial (industria 4.0). Por ejemplo, los datos recabados de sensores conectados en línea y de sistemas de seguimiento por GPS pueden optimizar la logística y reducir significativamente las emisiones de carbono.

Hasta ahora, las tecnologías digitales no se han difundido sino lentamente en la mayoría de las economías en desarrollo. Las empresas manufactureras que cuentan con más probabilidades de utilizar tecnologías de la industria 4.0 se encuentran en las economías más avanzadas. Es menos probable que se beneficien de ellas los países en los que predomina la mano de obra poco calificada. También hay diferencias entre las empresas: en muchos países en desarrollo, solo una minoría de las empresas más grandes tiende a adoptar tecnologías digitales, mientras que la mayoría sigue limitándose a la producción analógica. Para promover la doble transición ecológica y

PANORAMA GENERAL

digital, los países rezagados tendrán que crear competencias digitales, junto con la infraestructura y las instituciones necesarias, al tiempo que desarrollan capacidad de innovación y superan los obstáculos financieros.

Dentro de las cadenas de valor, los Gobiernos pueden considerar la posibilidad de adoptar políticas específicas, como el apoyo a las pequeñas y medianas empresas (pymes) mediante la financiación de nuevas maquinarias y otros requisitos para esta evolución. También pueden crear centros de formación o de demostración de tecnología, así como institutos industriales.

A medida que pasan por estos procesos, las empresas y los países deberían integrar valores sociales y ambientales firmes. En el aspecto social, ello comprende la mejora de los derechos y las prestaciones de los trabajadores y su empleo. El aspecto ambiental se refiere a la huella ecológica de una empresa, en particular a su uso de los recursos naturales, sus emisiones de gases de efecto invernadero y su impacto en la biodiversidad. Estos ideales son cada vez más demandados por los consumidores, que buscan productos más éticos, así como por los Gobiernos y otras entidades, que ahora obedecen a normas sociales y ambientales más exigentes.

La mejora de las cadenas de valor puede basarse en normas voluntarias de sostenibilidad (NVS) que han surgido principalmente de la colaboración entre organizaciones no gubernamentales (ONG), grupos industriales o grupos de múltiples partes interesadas. En 2020 había 150 NVS en el ámbito de la agricultura y unas 30 para los productos mineros e industriales.

4. Prioridades para la apertura de ventanas verdes

Para abrir ventanas verdes, los Gobiernos deben evaluar las condiciones actuales y, seguidamente, reforzar los sistemas de innovación sectoriales. Gran parte de esto ocurre en el marco de una "política industrial verde", que implica principalmente movilizar los agentes y los recursos necesarios y orientar la mejora de las capacidades en materia de conocimientos, a menudo en medio de considerables incertidumbres tecnológicas, económicas y políticas.

En el informe se señalan una serie de prioridades para los países rezagados. Estos pueden crear competencias digitales, junto con la infraestructura y las instituciones necesarias, al tiempo que refuerzan la capacidad de innovación

PANORAMA GENERAL

y superan los obstáculos financieros. Ello requiere la colaboración entre el sector privado y otras partes interesadas.

El Gobierno debería contar con un organismo coordinador que movilice los recursos y convoque a las partes interesadas, con miras a evaluar la capacidad general del Estado en los ámbitos relacionados con la nueva tecnología, así como los puntos fuertes de los organismos públicos pertinentes, particularmente en lo que hace a la reglamentación, los sistemas de apoyo de extensión y la prestación de los servicios públicos requeridos. La política general debería fijarse misiones concretas, es decir, no limitarse a equiparar las condiciones sino tender a solucionar los fallos del mercado y a comprender programas más amplios de creación y configuración del mercado.

En los sectores en que la tecnología está más madura, como los de la energía eólica y la solar, puede resultar difícil para los rezagados producir componentes básicos. Sin embargo, puede haber oportunidades en etapas posteriores de la cadena de valor relacionadas con la utilización de esta tecnología, como el desarrollo de proyectos, la ingeniería, la adquisición y la construcción.

Los Gobiernos deben evaluar en distintas fases dónde y cómo deberían reforzarse y modificarse la producción y la innovación. Para ello, pueden aprovechar los exámenes de las políticas de ciencia, tecnología e innovación de la UNCTAD, que abarcan las actividades de los Gobiernos nacionales y locales, las empresas privadas, las universidades, los institutos de investigación, las instituciones financieras y las organizaciones de la sociedad civil.

Aunque las opciones difieren de un país a otro y de una empresa a otra, hay algunos ámbitos prioritarios comunes.

Fijar la dirección

Armonizar las políticas ambientales e industriales

Los Gobiernos necesitan programas transformadores para mitigar el cambio climático, optar decididamente por la producción y el consumo de energías renovables, electrificar las comunidades rurales y aumentar la seguridad energética. Las políticas que antes podían haberse desarrollado en ámbitos separados tienen que crearse conjuntamente en las esferas energético-ambiental e industrial. Esto requiere un planteamiento que englobe

PANORAMA GENERAL

a todo el Gobierno, en particular los ministerios de educación, industria y comercio, con el fin de cultivar las capacidades de diseño e ingeniería y de preparar a la economía y a las empresas para que puedan responder.

Invertir en sectores más complejos y ecológicos

El Gobierno, el sector privado y otras partes interesadas deberían desarrollar las capacidades y crear las instituciones necesarias para reconocer de forma continua y estratégica nuevas tecnologías y nuevos sectores que permitan una diversificación hacia una producción más compleja y ecológica. Los sectores prioritarios deberían recibir apoyo a través de instrumentos de política verticales, como las agrupaciones, las iniciativas de especialización inteligente, los proyectos y las zonas piloto y de demostración y la financiación conexas.

El Gobierno y el sector privado también deberían ampliar las oportunidades de financiación para desarrollar y comercializar tecnologías verdes. Entre estas se pueden incluir fondos de inversión para tecnología verde, asistencia técnica en innovación y tecnología, y servicios de asesoramiento. Para alentar al sector privado, tanto el Gobierno como los organismos donantes deberían actuar como primeros inversionistas. Estas actividades pueden complementarse con la inversión extranjera directa.

Fomentar la demanda de los consumidores

Los Gobiernos pueden ofrecer los incentivos y las infraestructuras que contribuyan a reorientar la demanda de los consumidores, para fomentar el reciclaje y la economía circular. Esa acción se puede respaldar mediante la contratación pública ecológica, con el fin de crear un efecto dominó en el resto de la economía.

Crear capacidades productivas y de innovación ecológicas

Invertir en I+D

Las tecnologías verdes incipientes suelen requerir importantes inversiones en I+D. Los Gobiernos pueden ofrecer subvenciones para fortalecer la investigación, con la colaboración de universidades y empresas, tanto nacionales como extranjeras. También se necesitan inversiones públicas en I+D para mejorar los procesos y las tecnologías complementarias. En el caso de las tecnologías que evolucionan rápidamente, como en la industria eólica, esa inversión tendrá que ser continua. En las primeras fases, cuando el

PANORAMA GENERAL

mercado interno no puede sostener una industria competitiva, los Gobiernos pueden poner en marcha proyectos de demostración de tecnología.

Sensibilizar sobre las tecnologías verdes

El Gobierno, el sector privado y otras partes interesadas deberían crear una mayor conciencia sobre el potencial de las tecnologías verdes. Esto debería empezar en la enseñanza básica, y abarcar campañas para informar al sector privado y a los consumidores de las ventajas de esas tecnologías y de su capacidad para reducir la huella de carbono. En las empresas, la formación técnica y el desarrollo de capacidades preparan al sector manufacturero para adoptar tecnologías verdes y mejoran sus competencias al respecto.

La sociedad civil organizada también es importante para sensibilizar al público sobre la importancia de la tecnología verde. Las organizaciones de la sociedad civil pueden apoyar las actividades de transferencia de conocimientos y desarrollo de capacidades dirigidas a agricultores y otras pequeñas empresas. También pueden poner en marcha proyectos piloto que los Gobiernos pueden ampliar. Las organizaciones de la sociedad civil y las instituciones académicas pueden servir de incubadoras o aceleradoras de empresas para jóvenes emprendedores interesados en crear empresas de tecnologías agrícolas verdes.

Desarrollar infraestructuras y competencias digitales

A medida que avancen esas tecnologías, todos los países necesitarán infraestructuras digitales más sólidas, en particular conexiones a Internet de alta velocidad y alta calidad. Esto supondrá inversiones públicas y privadas en infraestructuras de TIC, junto con reglamentos que fomenten la competencia en el sector de las telecomunicaciones. Los Gobiernos también deberían abordar las brechas de conectividad entre las pequeñas y las grandes empresas, y entre las regiones urbanas y las rurales. Algunas tecnologías, como los drones, también pueden requerir reglamentos específicos.

Se necesitan competencias para adoptar las tecnologías existentes, hacer posible su utilización básica, adaptarlas y, por último, crear otras nuevas. En el caso de los países en desarrollo, es especialmente importante tener la capacidad de adaptar y modificar las tecnologías, ya que es probable que estas se utilicen en circunstancias distintas de aquellas en las que se desarrollaron originalmente.

PANORAMA GENERAL

Los Gobiernos deberían respaldar a las empresas, incluidas las pymes, para ayudarlas a crear competencias digitales en ámbitos como la investigación de mercados, el desarrollo de productos, el abastecimiento, la producción, las ventas y los servicios posventa. Debería prestarse especial atención a las mujeres que trabajan en pequeñas empresas y microempresas informales y artesanales, sobre todo a las emprendedoras. Los países también necesitan reducir la fuga de cerebros, retener a los profesionales calificados y atraer a expatriados calificados.

5. Colaboración internacional en favor de una producción más sostenible

En los países en desarrollo, es poco probable que se abran ventanas verdes de forma natural como resultado de la búsqueda de mayor eficiencia y mayores beneficios por parte de las empresas; ello tiene que ser consecuencia de una acción deliberada del Gobierno.

Los países tecnológicamente menos aptos no pueden aprovechar las oportunidades verdes sin el apoyo de la comunidad internacional y la asistencia oficial para el desarrollo. Este debería basarse en alianzas equitativas, con el fin de crear capacidades locales de innovación y de reunir las tecnologías necesarias. La colaboración en materia de innovación no solo transfiere bienes de capital y equipo, sino que también permite que las personas desarrollen las competencias necesarias para manejar y mantener los equipos (conocimientos técnicos) y para entender por qué funcionan (conocimientos teóricos). Las tecnologías verdes suelen precisar más adaptación a las condiciones locales.

Así pues, empoderar a los países en desarrollo para que adopten un enfoque ecológico requiere estrategias de desarrollo amplias y globales, que puedan lidiar con múltiples tensiones, y desarrollar alianzas en favor de bienes públicos comunes.

Cooperación a través del comercio internacional

Habida cuenta del grado en que la producción y el consumo de productos relacionados con la tecnología verde son objeto de comercio internacional, es mucho lo que dependerá de las condiciones en que se desarrolle ese comercio. Las normas comerciales deberían, por ejemplo, permitir a los países en desarrollo proteger las industrias ecológicas incipientes mediante

PANORAMA GENERAL

aranceles, subvenciones y contratación pública, de modo que no solo satisfagan la demanda local, sino que alcancen las economías de escala que hacen más competitivas las exportaciones. También debería haber requisitos de contenido nacional, aunque estos deben gestionarse con cuidado y secuenciarse deliberadamente para evitar los escollos que encontraron las políticas industriales anteriores en la mayoría de los países en desarrollo.

Para apoyar esos esfuerzos, la Organización Mundial del Comercio (OMC) puede revisar las normas comerciales, con el fin de ajustarlas en mayor medida al Acuerdo de París. No obstante, los países miembros también pueden tomar medidas en el marco de las normas vigentes de la OMC. Aquellos que tengan mercados internos más grandes, por ejemplo, pueden subvencionar los sectores incipientes de componentes para productos nacionales de energía solar y eólica. De este modo, pueden empezar a producir con miras a la sustitución de importaciones, al tiempo que refuerzan la capacidad de exportación, mejorando la facilitación del comercio y garantizando unos tipos de cambio estables y competitivos, que tendrían efectos similares a los de las subvenciones a la exportación.

La comunidad internacional también debería ser innovadora, y proponer mecanismos comerciales nuevos y audaces para apoyar el fomento de la innovación y la capacidad tecnológica en los países en desarrollo en favor de una producción más limpia y productiva. Los países desarrollados pueden utilizar la asistencia para el desarrollo con el fin de ayudar a los países a emular la producción de los países más avanzados. En lo que respecta a la demanda, los países desarrollados deberían abrir sus mercados a la producción de las economías rezagadas. Sin embargo, determinar los productos y los países que deberían beneficiarse de una propuesta de ese tipo requeriría probablemente una nueva estructura institucional. A modo de proyecto piloto, podría crearse un programa internacional de compra garantizada de bienes ecológicos comercializables, como productos, piezas y componentes utilizados en la producción de energías renovables.

Reforma de los derechos de propiedad intelectual

Cuando las economías desarrolladas fabricaban nuevos productos y recuperaban terreno respecto de Gran Bretaña tras la Revolución Industrial, o cuando algunos países asiáticos empezaron a modernizar sus capacidades productiva y de innovación, a menudo copiaban los procesos de producción con o sin permiso. Ahora el régimen de derechos

PANORAMA GENERAL

de propiedad intelectual (DPI) es más estricto, lo que dificulta la entrada de nuevos productores. El sistema internacional de DPI debería reformarse para permitir a los Gobiernos de los países en desarrollo gestionar sus sistemas de apoyo a la acción climática, en función de las necesidades de los distintos sectores y de las diferentes fases de desarrollo. Los fabricantes de los países tecnológicamente débiles y menos diversificados deberían poder imitar la producción de las economías tecnológicamente más avanzadas.

El principio de que el desarrollo sostenible debería primar sobre los objetivos comerciales quedó demostrado durante la crisis de la COVID-19. En 2022, la OMC permitió a los miembros que cumplían las condiciones pertinentes producir y suministrar vacunas hasta 2027 sin el consentimiento del titular de la patente en la medida necesaria para hacer frente a la pandemia de COVID-19. Del mismo modo, se deberían conceder las flexibilidades previstas en el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (Acuerdo sobre los ADPIC) a las tecnologías ecológicamente racionales, a fin de que el régimen comercial se ajuste en mayor medida a los acuerdos sobre cambio climático.

Asociados para la tecnología verde

Deberían hacerse esfuerzos mundiales para acelerar el desarrollo y la utilización de tecnologías verdes, bajo la filosofía de contribuciones comunes a bienes comunes. Un modelo pionero de ese enfoque es el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Otros son el Acuerdo de París de 2015 y los acuerdos vinculados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Incluso con este enfoque, deberían establecerse mecanismos de gobernanza para evitar la brecha entre el Norte y el Sur en la gestión del conocimiento, y garantizar que se tengan plenamente en cuenta las opiniones y las prioridades de los países en desarrollo.

También hay buenos ejemplos de investigación colectiva cuyos resultados pertenecen a todos los países participantes, sobre todo en ciencias naturales, como la Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN), el Reactor Termonuclear Experimental Internacional (ITER) y el proyecto Square Kilometre Array (SKAO). Colaboraciones similares pueden dar forma asimismo a una cooperación internacional en favor de innovaciones ecológicas que incorporen equitativamente las opiniones y las prioridades de los países en desarrollo.

PANORAMA GENERAL

Innovación multilateral y abierta

La mayoría de los esfuerzos en materia de ciencia, tecnología e innovación se rige a nivel nacional y suele reflejar las prioridades de los países desarrollados. La comunidad internacional puede compensar ese sesgo trasladando la investigación del ámbito nacional al multinacional. Dicha investigación debería basarse en la innovación abierta, y todos los resultados deberían estar a disposición de los expertos internacionales y de las comunidades de conocimiento. Un modelo útil a este respecto es el Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales.

La investigación multilateral puede abarcar toda la cadena de valor o solo una parte de ella. Las instituciones de investigación podrían, por ejemplo, acercar los productos o los procesos a la madurez tecnológica e invitar a las empresas privadas a hacerse cargo de su rápida puesta en práctica, o bien no llevar los conceptos sino hasta la fase de laboratorio o hasta proyectos de demostración temprana.

Evaluación de las tecnologías

La mayoría de las tecnologías puede tener consecuencias tanto positivas como negativas, en función del contexto local y de cómo se utilicen. Cada país debe ser capaz de evaluar los beneficios y los peligros de cada tecnología según sus propias necesidades, prioridades y preocupaciones. Hasta la fecha, las tecnologías se han evaluado en gran medida desde la perspectiva de los países desarrollados o de las economías emergentes. La UNCTAD está llevando a cabo proyectos piloto, en los que participan tres países africanos, con objeto de crear capacidad de evaluación tecnológica. Sin embargo, se necesita un sistema multilateral más general para evaluar las nuevas tecnologías —como la IA y la edición génica— sobre la base de las oportunidades y los riesgos que plantean a los distintos tipos de países. También se podría estudiar cómo se puede apoyar sistemáticamente a los países en desarrollo para que utilicen esas tecnologías.

Cooperación regional y cooperación Sur-Sur en ciencia, tecnología e innovación

Las innovaciones tecnológicas para hacer frente a la crisis climática mundial deberían generarse cada vez más a escala transnacional o incluso mundial. Sin embargo, la cooperación ha sido limitada, incluso en cuestiones en las que los países de la misma región suelen enfrentarse a problemas similares.

PANORAMA GENERAL

Los investigadores y los inversionistas de los países más pobres tienen pocos incentivos para cooperar con sus homólogos regionales, y son más proclives a participar en proyectos de investigación con países desarrollados y economías emergentes, que pueden ofrecer acceso a investigación y laboratorios de primer nivel y potencia computacional. Asimismo, los países pequeños y vulnerables también tienen mercados internos limitados para atraer inversiones locales o internacionales a la fabricación de bienes relacionados con la innovación ecológica. Los países en desarrollo más avanzados tecnológicamente deberían aumentar e intensificar sus esfuerzos para promover la cooperación regional y la cooperación Sur-Sur en materia de innovación ecológica. Los países desarrollados pueden apoyar a los centros regionales de excelencia para las tecnologías verdes y la innovación, como el Centro de Servicios Científicos de África Meridional sobre el Cambio Climático y la Gestión Territorial Adaptable (SASSCAL) y el Centro de Servicios Científicos de África Occidental sobre el Cambio Climático y el Uso Adaptado de la Tierra (WASCAL).

Fondo multilateral de promoción “Innovaciones para nuestro futuro común”

Los buenos sistemas de innovación crean múltiples incentivos para que las empresas y los emprendedores desarrollen sus propias ideas y las lleven a la práctica. Sin embargo, la mayoría de los países en desarrollo carece de las capacidades financieras o de gestión necesarias para establecer incentivos similares. Por consiguiente, en el presente informe se propone un fondo multilateral de promoción denominado "Innovaciones para nuestro futuro común". Financiado por organizaciones internacionales, donantes y la filantropía internacional, el fondo movilizaría el pensamiento creativo y estimularía innovaciones que podrían dar respuesta a muchos problemas mundiales. El siguiente paso sería diseñar un concurso mundial de innovación ecológica. Para evaluar los proyectos, se examinaría el grado en que incorporen la cooperación Norte-Sur y Sur-Sur en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en favor de la innovación ecológica.

