



Consejo Económico y Social

Distr. general
12 de marzo de 2018
Español
Original: inglés

Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

21^{er} período de sesiones

Ginebra, 14 a 18 de mayo de 2018

Tema 3 a) del programa provisional

La función de la ciencia, la tecnología y la innovación en el aumento considerable de la proporción de energía renovable para el año 2030

Informe del Secretario General

Resumen

El presente informe se centra en la manera en que la ciencia, la tecnología y la innovación pueden contribuir a aumentar la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas. En el informe se examinan las últimas tendencias en la utilización de tecnologías de energía renovable, se señalan los factores que obstaculizan o impulsan su implantación y se ofrece un panorama general de las tecnologías emergentes. En el informe también se examinan algunas de las cuestiones clave relacionadas con el uso de la energía renovable, como el diseño de mercados y la formulación de políticas, las dificultades técnicas que plantea la integración de las energías renovables en las soluciones de redes eléctricas, las soluciones sin conexión a la red y aquellas basadas en minirredes, y la utilización de energías renovables en los hogares. En el informe se pone de relieve que los países adoptarían distintas trayectorias nacionales en lo que respecta a las energías renovables, en función de los factores contextuales y de las prioridades de cada uno de ellos. Además, se señala que son necesarias combinaciones de políticas para fomentar la implantación de las energías renovables. Para concluir, el informe destaca la función clave que desempeña la cooperación internacional en el intercambio de conocimientos, el aprendizaje en materia de políticas, el fomento de la capacidad y el desarrollo tecnológico, así como en la mejora de la interconexión de las infraestructuras de red.



Introducción

1. En su 20º período de sesiones, celebrado en mayo de 2017 en Ginebra (Suiza), la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo decidió que uno de los temas prioritarios que se abordarían entre los períodos de sesiones de 2017 y 2018 sería el de “La función de la ciencia, la tecnología y la innovación en el aumento considerable de la proporción de energía renovable para el año 2030”.

2. La secretaría de la Comisión organizó una reunión de expertos entre períodos de sesiones del 6 al 8 de noviembre de 2017 en Ginebra, a fin de profundizar los conocimientos sobre ese tema y prestar asistencia a la Comisión en sus deliberaciones durante su 21º período de sesiones. El presente informe se basa en el documento temático preparado por la secretaría de la Comisión¹, las conclusiones de la reunión de expertos, los estudios de casos de países aportados por miembros de la Comisión, la bibliografía sobre la materia y otros recursos.

3. En el presente informe se reseñan, se analizan y se exponen para su examen algunas cuestiones primordiales relativas a la función de la ciencia, la tecnología y la innovación en el aumento considerable de la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas para el año 2030, en particular en los países en desarrollo. En el informe se destacan las contribuciones de los Estados Miembros en lo que respecta a las buenas prácticas y las enseñanzas para la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación con el fin de aumentar la implantación de las tecnologías de energía renovable. En el capítulo I se exponen los retos y las recientes tendencias mundiales en la implantación de las energías renovables, las barreras tecnológicas y no tecnológicas y los factores que impulsan su utilización, así como las tecnologías emergentes. En el capítulo II se presentan las cuestiones fundamentales relacionadas con la innovación y la implantación de las tecnologías de energía renovable. En el capítulo III se pone de relieve el modo en que los encargados de la formulación de políticas pueden aprovechar la ciencia, la tecnología y la innovación para aumentar la proporción de energía renovable. En el capítulo IV se exponen conclusiones y propuestas para su examen por los Estados Miembros y otras partes interesadas.

I. Antecedentes y contexto

A. La energía limpia como cuestión transversal para el desarrollo sostenible

4. Según las estimaciones, 1.100 millones de personas en todo el mundo carecen en la actualidad de acceso a la electricidad, lo que representa el 14% de la población mundial. Alrededor del 85% de las personas que carecen de acceso a la electricidad viven en zonas rurales, principalmente en África. Además, 2.800 millones de personas no tienen acceso a energías limpias para cocinar². La utilización de biomasa tradicional y de tecnologías ineficientes tiene graves consecuencias sanitarias, sociales y ambientales. La mejora del acceso a energías limpias es un factor crucial para la consecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), acordados en septiembre de 2015. El Objetivo 7 tiene por finalidad principal garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables, sostenibles y modernos para el año 2030. En el marco de este objetivo, se incluye la meta de “aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas” de aquí a 2030.

¹ El documento temático y todas las presentaciones y contribuciones a la reunión de expertos entre períodos de sesiones que se citan en el presente informe pueden consultarse en <http://unctad.org/en/pages/MeetingDetails.aspx?meetingid=1562>.

² Agencia Internacional de la Energía (IEA), 2017a, *World Energy Outlook 2017* (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), París).

5. El acceso universal a la energía y el aumento de la energía renovable tendrán probablemente efectos muy positivos en otros aspectos del desarrollo sostenible y otros ODS³. La reducción de la pobreza (Objetivo 1) requiere, entre otras cosas, el desarrollo de infraestructuras modernas. La energía renovable puede desempeñar un papel importante en el desarrollo de dichas infraestructuras. Además, es esencial para la capacidad productiva y la creación de oportunidades de generación de ingresos, como ponen de manifiesto las recientes investigaciones de la UNCTAD⁴. La energía renovable también puede contribuir a la buena salud y el bienestar (Objetivo 3) al reducir los riesgos para la salud relacionados con la contaminación, por ejemplo sustituyendo los combustibles fósiles utilizados para cocinar y el alumbrado de las viviendas por otras fuentes de energía. También es pertinente para la igualdad de género (Objetivo 5). Al sustituir energías tradicionales como la leña, las energías modernas renovables pueden reducir el tiempo que mujeres y niñas dedican a recoger leña⁵. El alumbrado mediante sistemas de energía renovable también puede flexibilizar los horarios para la realización de las actividades domésticas, especialmente para las mujeres⁶. Asimismo, existen claras sinergias con la industria, la innovación y las infraestructuras (Objetivo 9), y con la acción climática (Objetivo 13). Muchas iniciativas internacionales y políticas nacionales en materia de innovación incluyen un componente relativo a las tecnologías de energía renovable, y la expansión de la energía renovable forma parte de la mayoría de las estrategias nacionales destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero responsables del cambio climático.

B. Tendencias mundiales en la implantación de la energía renovable

6. Las recientes iniciativas para aumentar la utilización de fuentes de energía renovable han surgido a raíz de las siguientes necesidades interrelacionadas: mejorar la seguridad energética y diversificar las fuentes de energía, fomentar el desarrollo económico sostenible y proteger el clima y el medio ambiente de los efectos de la utilización de combustibles fósiles⁷. Estas motivaciones dieron lugar a un cambio sustancial en el desarrollo y la implantación de una serie de tecnologías de energía renovable. Además, las intervenciones en materia de políticas contribuyeron a una reducción drástica de los costos de algunas tecnologías eléctricas renovables y a la rápida implantación de esas tecnologías.

7. Las fuentes de energía renovable incluyen la energía solar, la energía eólica, la energía geotérmica, la energía hidroeléctrica y la biomasa. Por consiguiente, existen diversas tecnologías, que pueden diferenciarse en razón de su naturaleza: variables o gestionables, de generación centralizada o distribuida, directas o indirectas, y tradicionales o modernas⁸. Algunas tecnologías y fuentes de energía renovable no se consideran “limpias”; este es el caso de la biomasa tradicional, que conlleva la combustión directa —y a menudo ineficiente— de madera y carbón. La energía renovable puede desempeñar un papel importante en todo el sistema energético. Es posible utilizarla para generar electricidad, para el transporte, la calefacción y la refrigeración o para cocinar. Las fuentes de energía renovable se han utilizado desde que existen los sistemas de energía y precedieron al uso de los combustibles fósiles.

8. En términos absolutos, la contribución de la energía renovable al suministro total de energía primaria en todo el mundo ha aumentado considerablemente en los últimos decenios, de 1.121 millones de toneladas en 1990 a 1.823 millones de toneladas en 2015.

³ Consejo Internacional para la Ciencia, 2017, A guide to SDG [Sustainable Development Goal] interactions: From science to implementation.

⁴ UNCTAD, 2017, *Informe sobre los países menos adelantados 2017: El acceso a la energía para la transformación estructural de la economía* (publicación de las Naciones Unidas, número de venta S.17.II.D.6, Nueva York y Ginebra).

⁵ S. Oparaocha y S. Dutta, 2011, Gender and energy for sustainable development, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3, 4): 265 a 271.

⁶ M. Millinger, T. Mårlind y E.O. Ahlgren, 2012, Evaluation of Indian rural solar electrification: A case study in Chhattisgarh, *Energy for Sustainable Development*, 16, 4): 486 a 492.

⁷ IEA, 2011, *Renewable Energy: Policy Considerations for Deploying Renewables* (OCDE/IEA, París).

⁸ IEA, 2016, *World Energy Outlook 2016* (OCDE/IEA, París).

Sin embargo, su proporción aumentó en menor medida, del 12,8% en 1990 al 13,4% en 2015⁹.

9. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA)¹⁰, en 2016 la energía renovable representó el 14% de la demanda mundial de energía primaria (el 9%, si se excluyen las formas tradicionales de bioenergía sólida). El sector eléctrico es el principal usuario de energía renovable, ya que casi el 60% de su utilización tiene lugar en este sector. En la actualidad, el 24% de la electricidad que se consume en todo el mundo proviene de fuentes de energía renovable: el 16% de la energía hidroeléctrica; el 5% de las energías eólica, geotérmica, solar y mareomotriz; y el 2% de la bioenergía y los residuos. Las energías renovables suministran el 9% de la demanda de calefacción en la industria y los edificios, mientras que la proporción en el transporte es mucho menor, del 3%. La mayor parte de esta última se genera a partir de biocombustibles.

10. Las cifras regionales relativas al uso de la energía renovable muestran considerables diferencias entre los distintos países. Esto se debe a que la utilización de la energía renovable depende en gran medida de factores contextuales, como las condiciones geográficas y ambientales, las prioridades socioeconómicas y de desarrollo, las condiciones culturales e institucionales, y los marcos regulatorios y de políticas. En los países de la OCDE, la proporción de energía renovable en el suministro total de energía primaria era del 9,6% en 2015. En comparación, la proporción de energía renovable era del 40% en el Brasil, el 8% en China y el 25% en la India. El uso de energía renovable en los países en desarrollo a menudo está dominado por formas tradicionales de bioenergía. La proporción de energía renovable en el suministro total de energía primaria varía considerablemente —del 28% en Viet Nam al 53% en Costa Rica y el 81% en Kenya¹¹.

C. Barreras tecnológicas y no tecnológicas y factores que impulsan la implantación de energías renovables

11. En los últimos años, se ha realizado un progreso rápido en la implantación de algunas tecnologías de energía renovable. La variedad de factores que han promovido o inhibido el desarrollo y la implantación de las energías renovables son de orden tanto tecnológico como no tecnológico, e incluyen los costos y la asequibilidad, la financiación, la madurez técnica, la integración en los sistemas eléctricos, la sostenibilidad ambiental y las competencias.

12. Hasta hace poco, los costos de las tecnologías de energía renovable eran por lo general superiores a los de los combustibles fósiles. Ahora ha empezado a reducirse esta disparidad, especialmente en el caso de la energía solar fotovoltaica y la energía eólica, debido a la reducción de los costos y los incentivos ofrecidos para su implantación en un número cada vez mayor de países. Por ejemplo, entre 2008 y 2015, los costos medios de la energía solar fotovoltaica disminuyeron en casi un 80%, mientras que en el caso de la energía eólica terrestre estos se redujeron en un 35%¹². Por otro lado, los costos que tienen actualmente las soluciones basadas en minirredes o sin conexión a la red eléctrica a menudo hacen que estas tecnologías no sean asequibles para las comunidades rurales en muchos países en desarrollo.

13. La reducción de los costos y el apoyo prestado durante décadas mediante políticas en varios países han creado un clima favorable a la inversión para algunas tecnologías de energía renovable. La inversión en energía renovable casi se ha duplicado desde 2007 hasta 2015, aumentando de 154.000 millones de dólares de los Estados Unidos a 305.000 millones. En 2015, la inversión mundial en energías renovables estuvo impulsada principalmente por la energía solar fotovoltaica y la energía eólica, que representaron

⁹ OCDE, 2018, datos de la OCDE, *Renewable energy*, disponible en <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm> (página consultada el 7 de marzo de 2018).

¹⁰ IEA, 2017a.

¹¹ IEA, 2017b, *Renewables Information 2017* (OCDE/IEA, París).

¹² IEA, 2016, *Next-Generation Wind and Solar Power: From Cost to Value* (OCDE/IEA, París).

aproximadamente el 90% del total¹³. Sin embargo, la financiación ha constituido un obstáculo importante a la implantación de estas tecnologías en muchos países y ha sido necesaria la intervención en materia de políticas para proporcionar mayor certidumbre a los inversores. La financiación sigue planteando un importante desafío en muchos países en desarrollo.

14. La energía solar, la energía hidroeléctrica y la energía eólica se consideran en la actualidad tecnologías establecidas. Sin embargo, algunas tecnologías, como la energía geotérmica o la bioenergía, todavía no están en condiciones de implantarse de forma generalizada y requieren un desarrollo y demostración significativos para alcanzar niveles adecuados de fiabilidad y eficacia en función de los costos. En Sudáfrica, por ejemplo, se está llevando a cabo un proyecto de demostración para estudiar la viabilidad comercial del cultivo de algas con el fin de convertirlas en productos energéticos¹⁴. Además, en ocasiones las tecnologías renovables plantean nuevos desafíos para los sistemas y los mercados eléctricos, como cuellos de botella en la infraestructura de la red y límites en la capacidad para absorber las energías renovables variables.

15. Entre los obstáculos no tecnológicos se incluyen las preocupaciones sobre la sostenibilidad ambiental que han dado lugar a controversias sobre el uso de algunas fuentes de energía renovable. Se han planteado cuestiones pertinentes, entre otras cosas, sobre las siguientes cuestiones: el uso de biocombustibles de primera generación con respecto a las emisiones del ciclo de vida y las consecuencias para el uso de la tierra; los efectos de las grandes plantas hidroeléctricas en los ecosistemas regionales; la falta de competencias y capacidades adecuadas para instalar, operar y mantener las tecnologías de energía renovable; y el desconocimiento de las soluciones de energía renovable. Asimismo, la implantación de las tecnologías de energía renovable y la formulación de políticas para fomentar su utilización precisan de nuevas competencias y capacidades.

D. Tecnologías nuevas y emergentes de energía renovable

16. Sigue habiendo un amplio margen para la innovación que puede mejorar aún más las tecnologías de energía renovable y reducir sus costos. Esto puede lograrse, entre otras cosas, mediante la aplicación de la ciencia de los materiales a las células solares fotovoltaicas, la integración de los vehículos eléctricos en la red de suministro eléctrico y la puesta en práctica de tecnologías digitales en los sistemas energéticos.

17. Aunque es probable que siga predominando la energía solar fotovoltaica generada a partir del silicio, está surgiendo en el campo de la ciencia de los materiales una prometedora variedad de células solares de película fina de tercera generación fabricadas con materiales abundantes en la Tierra¹⁵. Las células solares de perovskita, por ejemplo, tienen una excelente capacidad para absorber la luz y conllevan menores costos de fabricación; las eficiencias fotoeléctricas se incrementaron del 10% a más del 20% entre 2012 y 2015. Sin embargo, las perovskitas se encuentran todavía en las fases iniciales de investigación y desarrollo, y existe incertidumbre con respecto a la estabilidad a largo plazo y la viabilidad de su utilización a gran escala¹⁶. Las células solares fotovoltaicas pretenden combinar una eficiencia de conversión de gran potencia, la reducción de los costos y la utilización de materiales, y la reducción de la complejidad y los costos de fabricación. Persisten las dificultades para lograr los tres objetivos, pero si se intensifican las iniciativas de investigación y desarrollo, es posible lograr la implantación de la tecnología solar fotovoltaica a una escala incluso mayor.

¹³ Agencia Internacional de Energías Renovables, 2017a, *Repensando la Energía 2017: Acelerando la transformación energética mundial* (Abu Dhabi).

¹⁴ La contribución del Gobierno de Sudáfrica puede consultarse en http://unctad.org/meetings/en/Contribution/CSTD_2018_IPanel_T1_RenewableEnergy_con10_South Africa_en.pdf (página consultada el 6 de marzo de 2018).

¹⁵ Por ejemplo, el sulfuro de cobre, zinc y estaño, las células solares de perovskita, nanomateriales como las células solares fotovoltaicas orgánicas y las células solares de puntos cuánticos.

¹⁶ Instituto de Tecnología de Massachusetts, 2015, *The Future of Solar Energy*, Energy Initiative.

18. Otra esfera emergente en la implantación de las energías renovables es la integración en infraestructuras inteligentes, como la integración del vehículo a la red. En promedio, los vehículos particulares circulan alrededor de una hora al día y el resto del tiempo están estacionados —en aparcamientos o garajes, cerca de edificios con energía eléctrica¹⁷. Hay un creciente interés por el desarrollo de sistemas de vehículo a red que proporcionen un flujo de electricidad bidireccional entre un vehículo y la red eléctrica. Existe la posibilidad de utilizar los vehículos eléctricos como dispositivos de almacenamiento, así como de vender la electricidad de nuevo a la red eléctrica durante los períodos de máxima demanda cuando no se utilicen los vehículos. Entre los numerosos beneficios se incluyen nuevos modelos de negocio que pueden incentivar a los propietarios con los ingresos adicionales, ampliar la aplicación de los vehículos eléctricos más allá del uso individual y fomentar su integración en las infraestructuras y las ciudades inteligentes. Una de las motivaciones para utilizar vehículos eléctricos surge de la creciente tendencia de los países a eliminar gradualmente los vehículos diésel y de gasolina. Por ejemplo, la India prevé lograr este objetivo para 2030, mientras que China, Francia y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte prevén este objetivo para 2040¹⁸. Otros países han establecido plazos diferentes para lograr la eliminación gradual de dichos vehículos¹⁹.

19. Como las tecnologías de energía renovable dependen cada vez en mayor medida de las tecnologías digitales, un importante ámbito de investigación en el futuro será la digitalización de los sistemas energéticos, a fin de lograr que estén más conectados y sean más inteligentes, previsibles y sostenibles. La infraestructura de transporte y los vehículos eléctricos se utilizan cada vez más como instrumentos para promover la movilidad automatizada, conectada, eléctrica y compartida. Mediante unas redes eléctricas inteligentes es posible ajustar e integrar fuentes de electricidad intermitentes, como la energía solar y la eólica, con los sistemas de transporte a gran escala, gracias al carácter transversal de la movilidad. Entre los posibles beneficios se incluyen una mayor eficiencia energética y la optimización del consumo de energía. Sin embargo, la movilidad automatizada, conectada, eléctrica y compartida depende de la aceptación de los consumidores, las medidas de política y el progreso tecnológico²⁰.

20. Las tecnologías digitales también son pertinentes para los edificios, que representan más del 50% de la demanda de electricidad. En los edificios la energía se utiliza por lo general para la calefacción, refrigeración e iluminación. Las tecnologías digitales están contribuyendo a mejorar la respuesta energética gracias a los datos en tiempo real que se obtienen mediante la utilización de sensores, que se pueden gestionar y supervisar a través de dispositivos inteligentes. La predicción del comportamiento de los usuarios, para la que se utilizan algoritmos de aprendizaje, es otra de las tecnologías emergentes que puede equilibrar de forma eficaz las cargas de energía entre la demanda de los consumidores y el suministro energético. Sin embargo, las posibles repercusiones de una mayor conectividad de los sistemas energéticos siguen siendo inciertas debido a las reservas percibidas de los consumidores respecto de la confidencialidad de los datos, la ciberseguridad y las consecuencias para el empleo debido a la automatización.

II. Cuestiones fundamentales en la innovación y la implantación de tecnologías de energía renovable

21. En la siguiente sección se exponen las cuestiones relativas a la innovación y la implantación de las energías renovables. Estas cuestiones no están aisladas, sino que están relacionadas entre sí. La implantación de las tecnologías de energía renovable conlleva un sistema de innovación, que incluye factores contextuales tecnológicos y no tecnológicos, y

¹⁷ B. K. Sovacool, J. Axsen y W. Kempton, 2017, The future promise of vehicle-to-grid (V2G) integration: A sociotechnical review and research agenda, *Annual Review of Environmental Resources*, 42, 1): 377 a 406.

¹⁸ Foro Económico Mundial, 2017, Countries are announcing plans to phase out petrol and diesel cars. Is yours on the list?, 26 de septiembre.

¹⁹ IEA, 2017c, *Global EV Outlook 2017: Two Million and Counting* (OCDE/IEA, París).

²⁰ IEA, 2017d, *Digitalization and Energy* (OCDE/IEA, París).

esto requiere una combinación de políticas a medida que las naciones determinan la vía de implantación de energías renovables más adecuada a sus condiciones.

A. El diseño del mercado de las energías renovables y la formulación de políticas

22. La innovación tecnológica puede acelerarse tanto a través de la competencia como de la cooperación internacionales. Un aspecto importante de la formulación de políticas consiste en reconocer el valor de ambas vías y las ventajas de fomentarlas, según corresponda en función de las diferentes circunstancias. Las interacciones internacionales en el ámbito de la cadena de innovación de una tecnología renovable pueden contribuir a la especialización económica —en la fabricación, por ejemplo—, lo que da lugar a mejoras de la eficiencia para todos los países involucrados. También podría permitir que los países que no hayan desarrollado plenamente una cadena de innovación inicien actividades en etapas posteriores de la cadena. Sin embargo, la internacionalización del sistema de innovación también puede crear tensiones, habida cuenta de que la competencia es un elemento fundamental del comercio internacional, y el éxito de un sector en un país puede significar la desaparición del mismo sector en otro país.

23. En algunos países, las prioridades a corto plazo pueden consistir en proporcionar acceso a la energía para mejorar la salud y el bienestar de la población, y crear oportunidades de empleo generador de ingresos. Las ventajas que se derivan de proporcionar dicho acceso lo antes posible; son razones imperiosas para acceder a las cadenas internacionales de suministro de innovaciones a fin de utilizar la tecnología y la propiedad intelectual ya establecidas, de modo que las tecnologías puedan aplicarse en la práctica rápidamente, en lugar de tener que esperar varios años a que se establezca la cadena de innovación en el país.

24. Por otra parte, una perspectiva a más largo plazo podría tomar en consideración la estrategia económica e industrial de un país en plazos decenales. Desde una perspectiva de este tipo también cabría considerar que la consolidación de más elementos de la cadena de suministro de innovación en el ámbito nacional podría a más largo plazo generar mayores beneficios para el conjunto de la economía, a través de la creación de empleo y el estímulo macroeconómico conexo. El ejemplo de desarrollo de los mercados de energía solar fotovoltaica que figura en el recuadro 1 muestra que la innovación en el campo de las energías renovables tiene un carácter marcadamente internacional, puesto que los factores que impulsan dicho desarrollo en un país pueden tener un impacto significativo sobre los demás.

Recuadro 1

Diseños de mercado en el desarrollo de los mercados de energía solar fotovoltaica: estudios de casos

Cuando China comenzó a desarrollar su industria solar fotovoltaica, el país todavía no había elaborado ningún diseño de mercado. En lugar de en la investigación y el desarrollo a nivel nacional, la industria se centraba en la fabricación, una de las fases posteriores y un proceso muy intensivo en mano de obra. Durante el decenio de 2000, el enfoque del país con respecto a la energía fotovoltaica estaba basado en la producción y la exportación, con destino a mercados que ofrecían importantes incentivos para utilizar este tipo de energía. El país apoyaba la producción de sistemas fotovoltaicos mediante fondos para la innovación, políticas regionales de apoyo a la inversión y préstamos. Más recientemente, China ha comenzado a fabricar e instalar sistemas solares fotovoltaicos a gran escala.

Alemania siguió un enfoque diferente. El país comenzó a invertir en investigación y desarrollo de la energía solar fotovoltaica en el decenio de 1970, y para ello recabó la participación de institutos de investigación, universidades y la industria. Esa inversión estuvo respaldada por financiación federal y regional. Desde el decenio de 1990, Alemania también emprendió medidas para crear un mercado interno para la tecnología, inicialmente para las instalaciones en los tejados y posteriormente para instalaciones a mayor escala, por ejemplo. El país introdujo un sistema de tarifas para proveedores de energía renovable, o tarifas reguladas, con el fin de seguir apoyando la creación de mercados. Debido en gran parte a la actividad de fabricación de China, el costo global de los módulos fotovoltaicos disminuyó rápidamente. Alemania respondió reformando su política de tarifas reguladas. Esto dio lugar a una drástica reducción de la producción e instalación de células fotovoltaicas.

Fuentes: S. Jacobsson y V. Lauber, 2006, The politics and policy of energy system transformation: Explaining the German diffusion of renewable energy technology, *Energy Policy*, 34: 256 a 276; A. L. Polo y R. Haas, 2014, An international overview of promotion policies for grid-connected photovoltaic systems, *Progress in Photovoltaics*, 22: 248 a 273; H. J. J. Yu, N. Popiolek y P. Geoffron, 2016, Solar photovoltaic energy policy and globalization: A multi-perspective approach with case studies of Germany, Japan, and China, *Progress in Photovoltaics*, 24: 458 a 476.

25. El instrumento de política empleado con mayor frecuencia para promover la energía renovable ha sido el sistema de tarifas reguladas, que garantiza un precio fijo por cada unidad de electricidad vendida durante un período de tiempo acordado. Esta es una forma atractiva de apoyar los precios de las energías renovables, en las que son habituales los elevados costos de capital. Las tarifas reguladas han contribuido a la drástica reducción de los costos de las energías renovables, en particular los de la energía eólica en tierra y la energía solar fotovoltaica. Alemania, Bulgaria, Hungría, el Japón, Kenya, Portugal, el Reino Unido y Turquía son algunos de los países que han adoptado un enfoque basado en tarifas para proveedores de energía renovable²¹. Sin embargo, el riesgo de estas tarifas reguladas es que los gobiernos se vean abocados a seguir concediendo subvenciones a las fuentes de energía renovable durante mucho tiempo, lo que tendría un efecto negativo en la economía²².

26. En este contexto, las licitaciones o los sistemas basados en subastas se utilizan cada vez más como instrumentos de política para determinar el precio en los contratos de energía renovable y ofrecer una reducción sustancial de los costos de la energía renovable. En muchos países se ha producido en los últimos años una transición de las tarifas para proveedores de energía renovable fijadas por el Gobierno a sistemas de subasta. Chile y México han logrado rebajar los precios de la energía solar fotovoltaica mediante subastas, mientras que Alemania, el Japón, Portugal y el Reino Unido han revisado las concesiones de contratos o las tarifas que se ofrecen mediante subasta. Se prevé que casi el 50% de todas las adiciones de capacidad eléctrica a partir de fuentes renovables se produzcan como resultado de subastas durante los próximos cinco años, frente al 20% en 2016²³.

27. Los gobiernos suelen desempeñar un papel crucial en el proceso de innovación e implantación, por ejemplo, financiando la investigación y el desarrollo, creando demanda a través de incentivos para la implantación, reformando los mercados de energía y estableciendo normas, y aplicando otras medidas para reforzar la confianza de los inversores. Por ejemplo, México ha creado y financiado seis centros de innovación energética, centrándose en particular en la energía geotérmica, solar y eólica; la bioenergía; la energía oceánica; y las redes inteligentes²⁴. Además, los sistemas de incentivo y las

²¹ Las contribuciones de los Gobiernos de Alemania, Bulgaria, Hungría, el Japón, Kenya, Portugal, el Reino Unido y Turquía y pueden consultarse en <http://unctad.org/en/pages/MeetingDetails.aspx?meetingid=1562> (página consultada el 6 de marzo de 2018).

²² F. Zhang, 2013, How fit are feed-in tariff policies? Evidence from the European wind market, Policy Research Working Paper 6376.

²³ IEA, 2017e, *Renewables 2017: Analysis and Forecasts to 2022* (OCDE/IEA, Francia).

²⁴ La contribución del Gobierno de México puede consultarse en http://unctad.org/meetings/en/Presentation/cstd2017_p07_Mexico_en.pdf (página consultada el 6 de marzo de 2018).

políticas de contratación gubernamentales también pueden fomentar el uso de tecnología y equipo locales, como es el caso en la República Islámica del Irán²⁵. En general, los gobiernos pueden desempeñar un papel importante en el establecimiento de una estructura legal y reglamentaria, que garantice que las actividades del sector privado se orienten de manera que beneficien a la sociedad y aporten claridad y confianza a los agentes del sector privado.

28. La financiación es un factor importante en la implantación de tecnologías de energía renovable. En el recuadro 2 se describen las diferentes funciones que pueden desempeñar los inversores públicos, privados e institucionales, en la financiación de la energía renovable.

Recuadro 2

Panorama de la financiación de la implantación de las energías renovables

Instituciones financieras públicas: la energía renovable con frecuencia ha tenido que recurrir a instituciones financieras públicas, en particular en la fase inicial del desarrollo de los proyectos. En este tipo de instituciones se incluyen las instituciones financieras internacionales, como los bancos multilaterales de desarrollo y las instituciones de financiación del desarrollo (estas últimas son por lo general organismos bilaterales de desarrollo). Los instrumentos de financiación pública suelen consistir en ayudas, subvenciones, y garantías destinadas a facilitar proyectos de energía renovable que son demasiado arriesgados para recibir el apoyo del sector privado.

Los inversores privados, incluido el uso de nuevos instrumentos del mercado de capitales, como los bonos verdes: los bonos verdes están cobrando importancia como mecanismos innovadores para atraer financiación para proyectos de energía renovable en las economías emergentes. Los bonos verdes son cualquier tipo de bono que se utilice para financiar proyectos que tengan un impacto climático y ambiental positivo. Pueden utilizarse para obtener financiación a gran escala y largo plazo de fuentes no bancarias y a un costo relativamente bajo.

Los inversores institucionales, incluidos los fondos de pensiones: los inversores institucionales son una importante fuente de capital para las energías renovables. Los inversores institucionales, como los fondos de pensiones de las economías desarrolladas, muestran un interés cada vez mayor en invertir en los países en desarrollo.

Fuentes: Agencia Internacional de Energías Renovables, 2016, *Unlocking Renewable Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance* (Abu Dhabi); y 2017a.

B. Dificultades técnicas que plantea la integración de la energía renovable en las redes eléctricas

29. A medida que se extiende la implantación de la energía renovable, cada vez supone un mayor desafío resolver los aspectos técnicos y económicos que conlleva integrar una proporción mayor de energía renovable en las redes eléctricas. Se hace mucho hincapié en la innovación en tecnologías instrumentales que puedan contribuir a integrar las energías renovables variables en los sistemas de electricidad, incluido el almacenamiento; los sistemas eléctricos más inteligentes que incluyen la integración generalizada de tecnologías digitales y las denominadas tecnologías exponenciales, como la inteligencia artificial; y las tecnologías para aumentar la flexibilidad de la demanda de energía.

30. El almacenamiento es una de las principales tecnologías instrumentales. Sin embargo, las tecnologías de almacenamiento varían considerablemente en términos de producción, tarifas de carga y descarga, y el período de tiempo en que pueden almacenar la energía. Es poco probable que la tecnología de baterías actual sea suficiente para proveer un

²⁵ La contribución del Gobierno de la República Islámica del Irán puede consultarse en http://unctad.org/meetings/en/Contribution/CSTD_2018_IPanel_T1_RenewableEnergy_con05_Iran_en.pdf (página consultada el 6 de marzo de 2018).

sistema de almacenamiento a gran escala, de modo que pueda almacenarse la electricidad solar en verano para calentar los edificios en invierno. Por lo tanto, es necesario realizar avances en otros tipos de almacenamiento de calor o energía que puedan funcionar durante períodos de tiempo más prolongados. Asimismo, se está desarrollando una serie de tecnologías de almacenamiento, cuyas aplicaciones van desde las de pequeña escala hasta aplicaciones de nivel de red, y desde las aplicaciones de descarga rápida hasta las de almacenamiento estacional.

31. La combinación de fuentes de energía renovable gestionables y variables depende de la disponibilidad de recursos y los patrones de consumo del país. En Portugal, por ejemplo, la energía hidroeléctrica y la energía eólica ocupan un lugar importante en la matriz energética del país. En promedio, las energías renovables proporcionan más del 60% de la electricidad durante un año; en 2017, las energías renovables suministraron el 100% de la electricidad del país durante seis días completos consecutivos²⁶.

32. La energía renovable es específica de cada lugar, y en ocasiones las zonas con abundante energía solar o eólica se encuentran alejadas de las zonas donde se sitúa la demanda. Por consiguiente, el desarrollo de infraestructuras es importante para los sistemas de electricidad. Dichas infraestructuras requieren una importante inversión y, una vez establecidas, ejercen una considerable influencia que limita y orienta la evolución del equilibrio de la oferta y la demanda en un sistema energético. En consecuencia, el futuro de la infraestructura de la red eléctrica constituye una cuestión primordial en los países que históricamente han invertido en redes eléctricas en los emplazamientos donde se concentran la oferta y la demanda, utilizando sistemas basados principalmente en los combustibles fósiles, pero cuyos planes de transición a un sistema intensivo en energías renovables requieren un cambio sustancial con respecto a la ubicación de la generación eléctrica (véase el recuadro 3).

33. El desarrollo de infraestructura también es una cuestión importante en el contexto de los diferentes tipos de energía renovable, como en el caso de las fuentes de generación centralizada frente a las de generación distribuida. Los sistemas eléctricos centralizados están constituidos por instalaciones de red que requieren una extensa infraestructura de transmisión y distribución. Por el contrario, los sistemas descentralizados son de menor escala (por ejemplo, sistemas de minirredes o sistemas autónomos) y han demostrado ser más apropiados para las zonas rurales remotas a las que es más difícil llegar. Por ejemplo, los sistemas de energía solar para uso doméstico son muy descentralizados, mientras que las tecnologías de energía hidroeléctrica a gran escala se utilizan en algunas de las principales centrales eléctricas del mundo. Esos factores influyen a su vez en la escala de las energías renovables que se ponen en práctica, desde soluciones con un enfoque ascendente sin conexión a redes (por ejemplo, los sistemas de energía solar para uso doméstico) hasta grandes plantas eléctricas a escala de la red (por ejemplo, las plantas hidroeléctricas, las plantas de energía solar de concentración o las plantas geotérmicas).

Recuadro 3

La adaptación de la infraestructura de la red eléctrica a la implantación de las energías renovables: estudios de casos

En Alemania, la red de transmisión eléctrica se enfrenta a un reto: hay un importante potencial de producción de energía eólica en el norte del país, pero la demanda se concentra principalmente en el sur. Esto significa que la producción de energía eólica en las regiones septentrionales, con más viento, conllevará un enorme flujo de energía del norte al sur del país en los períodos de mucho viento y de gran demanda. En consecuencia, la transición energética del país (*Energiewende*) también incluye planes para mejorar la infraestructura de la red eléctrica. Sin embargo, esto no está exento de desafíos, puesto que la población estará más predispuesta a aceptar la instalación de cables subterráneos para las superautopistas de electricidad, lo que da lugar a un aumento de los costos.

²⁶ La contribución del Gobierno de Portugal puede consultarse en http://unctad.org/meetings/en/Contribution/CSTD_2018_IPanel_T1_RenewableEnergy_con09_Portugal_en.pdf (página consultada el 6 de marzo de 2018).

En el Japón, en el marco de la iniciativa de innovación en la zona costera de Fukushima se prevé ampliar las líneas eléctricas para lograr acceder a las zonas con gran potencial de generación de energía eólica.

Los Estados Unidos de América también están haciendo esfuerzos para modernizar su red eléctrica. El Departamento de Energía ha emprendido una iniciativa destinada a modernizar la red eléctrica, con actividades centradas en la integración de la eficiencia energética, tecnologías de energía renovable y de transporte sostenible en el sistema de energía eléctrica. Entre las tecnologías y técnicas necesarias para una integración eficaz en la red se incluyen las siguientes: la mejora de las previsiones en materia de energía renovable; tecnologías de almacenamiento de energía; dispositivos electrónicos avanzados; tecnologías de construcción desarrolladas en función de las características de la red; tecnologías de vehículo a la red; y nuevos métodos de detección, control y funcionamiento de la red.

Fuentes: Las contribuciones de los Gobiernos de Alemania, el Japón y los Estados Unidos pueden consultarse en <http://unctad.org/en/pages/MeetingDetails.aspx?meetingid=1562>.

C. El papel de la energía renovable en la ampliación del acceso a la electricidad

34. Actualmente, siguen sin tener acceso a la electricidad alrededor de 1.100 millones de personas. Diversos datos indican que la ampliación del acceso a la electricidad contribuye a diversas mejoras en el desarrollo socioeconómico general²⁷.

35. El rápido progreso tecnológico en el campo de las energías renovables y la reducción de los costos brindan la oportunidad de electrificar las zonas rurales —especialmente en los países en desarrollo— mediante soluciones sin conexión a la red y minirredes. Según un reciente estudio de la UNCTAD, los planes para el acceso a la energía y las oportunidades de generación de ingresos deben estar plenamente integrados en las estrategias generales de desarrollo de un país a través del nexo entre transformación y energía²⁸. Desde esta perspectiva, la oferta y la demanda de energía se abordan de manera holística y constituyen un medio para fomentar la diversificación económica y la creación de empleo.

36. Históricamente, la mayoría de las intervenciones destinadas a ampliar el acceso a la electricidad por medio de las energías renovables se han llevado a cabo mediante la ampliación de la red, y en menor medida mediante tecnologías que no implican la conexión a la red. Las soluciones basadas en la red requieren por lo general inversiones iniciales en infraestructura que sufragan el gobierno o la empresa proveedora del servicio; posteriormente este costo se reparte a través de las facturas a los consumidores. Por lo tanto, el costo inicial para cualquier particular que desee recibir el servicio y pueda conectarse a la red es relativamente bajo e incluye un pequeño costo de conexión seguido de los gastos de funcionamiento. Sin embargo, si se emplea este tipo de enfoque descendente, puede llevar mucho tiempo proveer electricidad al conjunto de la sociedad. En esos casos, es posible que las energías renovables que no requieren conexión a la red proporcionen a las comunidades acceso a la electricidad con mayor rapidez que la electrificación mediante redes. La IEA²⁹ ha señalado que las soluciones que no requieren conexión a la red, en particular la tecnología solar fotovoltaica, son probablemente las más rentables para la electrificación universal en África Subsahariana.

37. Otro aspecto importante que se debe tomar en consideración al ampliar el acceso a la energía mediante el uso de fuentes renovables es la asequibilidad. Las comunidades de bajos ingresos pueden verse en la imposibilidad de adelantar los fondos para las inversiones necesarias y los inversores pueden no estar dispuestos a invertir en proyectos con una rentabilidad incierta debido a la baja densidad de la demanda. Los nuevos modelos de

²⁷ IEA, 2017f, *Energy Access Outlook 2017: From Poverty to Prosperity* (OCDE/IEA, París).

²⁸ UNCTAD, 2017.

²⁹ IEA, 2017f.

negocio pueden hacer que esta solución sea viable y propicia para el desarrollo, por ejemplo mediante la microfinanciación o mecanismos de pago por uso para distribuir estos costos. Solar Sister, una organización no gubernamental que presta apoyo a mujeres que establecen microempresas de energía solar, ha utilizado eficazmente el modelo de pago por uso. En algunos casos, los pagos por las nuevas tecnologías de energía renovable pueden estructurarse de modo que tengan un costo similar al de las fuentes de energía a las que reemplazan, como, por ejemplo, el queroseno.

38. Los inversores del sector privado no siempre están interesados en desarrollar soluciones sin conexión a la red en zonas remotas. Una forma de solucionar ese problema podría consistir en realizar proyectos agrupados o mancomunados para alcanzar una mayor escala. Entre las medidas para superar los obstáculos a la inversión del sector privado en proyectos de energía renovable de pequeña escala se incluyen el establecimiento de una sólida estructura de gobernanza que cuente con un entorno reglamentario claro y propicio en materia de políticas, la normalización de los procedimientos de concesión de licencias, el establecimiento de tarifas sin conexión a la red y la posibilidad de sufragar los costos iniciales mediante la microfinanciación y créditos a bajo interés (recuadro 4).

Recuadro 4

La electrificación rural en Uganda: estudio de caso

Las enseñanzas extraídas de la estrategia de electrificación rural en Uganda pusieron de manifiesto la necesidad de que el Estado se encargue de la financiación, la construcción de la infraestructura inicial y la promoción del desarrollo económico relacionado con la electrificación. Posteriormente, es viable que los proyectos se financien mediante inversiones privadas y financiación comercial.

El principal factor de riesgo que impedía la rápida expansión de la electrificación rural en Uganda era el riesgo comercial. Eran necesarios nuevos modelos para aumentar la demanda y acumular clientes rápidamente. Las cooperativas y el principio de interés comunitario resultaron útiles para este fin.

Además, los anteriores proveedores de electrificación rural tenían dificultades porque eran demasiado pequeños. Los territorios de servicio en el ámbito rural deben ser lo suficientemente extensos como para generar los niveles de ingresos necesarios para que los proveedores de servicios puedan sufragar el costo financiero.

Otra de las lecciones extraídas fue que la planificación y la gestión en el sector de la energía renovable debían estar centralizadas y que debía simplificarse la ejecución de los programas. La mejor manera de avanzar era centralizar la responsabilidad en el principal organismo encargado del sector de las energías renovables y asegurar que la electrificación se llevara a cabo en consonancia con la estrategia nacional general de planificación del desarrollo económico y social. También era importante coordinar adecuadamente la dimensión rural del desarrollo de la infraestructura eléctrica del país con otras entidades y funciones del sector de la electricidad.

Fuente: La contribución del Gobierno de Uganda puede consultarse en http://unctad.org/meetings/en/Contribution/CSTD_2018_IPanel_T1_RenewableEnergy_con12_Uganda_en.pdf (página consultada el 6 de marzo de 2018).

D. La utilización de la energía renovable en el sector de los hogares para cocinar

39. El 49% del consumo total de energía renovable en todo el mundo se genera a partir de la biomasa tradicional³⁰. Alrededor de 2.800 millones de personas todavía cocinan y calientan sus hogares con fuegos abiertos y cocinas en los que queman biomasa tradicional

³⁰ Agencia Internacional de Energías Renovables, 2017a.

(madera, excrementos de animales o residuos agrícolas) y carbón. Esto tiene graves consecuencias sanitarias, ambientales y sociales³¹.

40. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 no consiste únicamente en aumentar la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas, sino también en eliminar la biomasa tradicional, una fuente de energía sucia, —que supone un problema acuciante en muchos países en desarrollo. Por consiguiente, existe la necesidad urgente de poner en práctica alternativas al uso tradicional de la bioenergía para cocinar y otros servicios energéticos.

41. Existen dos enfoques para abordar esta cuestión: promover una utilización más eficiente y sostenible de la biomasa (por ejemplo, mediante la producción y distribución de biometano a partir de desechos biodegradables y gas de síntesis de biomasa lignocelulósica disponible a nivel local)³² o fomentar que los hogares pasen a utilizar tecnologías y combustibles modernos para cocinar. Resulta difícil lograr mejoras en el acceso a fuentes de energía limpias para cocinar debido a la asequibilidad de las fuentes tradicionales (la biomasa sólida suele ser gratuita, mientras que las cocinas mejoradas y los combustibles alternativos no lo son) y la resistencia cultural (hay una preferencia por el sabor de la comida preparada de forma tradicional)³³. Se ha demostrado que las políticas y los programas para hacer frente a este desafío deben estar integrados en los contextos sociales y culturales de las comunidades en cuestión, y tener en cuenta las prácticas energéticas de estas comunidades, así como sus necesidades y expectativas en este ámbito, y los posibles usos productivos. La participación de las mujeres en este proceso es especialmente importante, ya que con frecuencia ellas son las principales encargadas de las prácticas energéticas en los hogares, como la recolección de material combustible y la cocina. Las mujeres también pueden ser capacitadoras y comunicadoras eficientes en la gestión y el mantenimiento de nuevos sistemas de energía locales.

42. Si bien el aumento del acceso a instalaciones de cocina limpias puede solaparse con el aumento de la implantación de la energía renovable, ambos objetivos no están necesariamente alineados en todos los casos. Sin embargo, como se muestra en el recuadro 5, algunas soluciones son compatibles con una mayor implantación de la energía renovable.

Recuadro 5

Cocinar con energía renovable en Bangladesh: estudio de caso

Con el apoyo de SNV Servicio Neerlandés de Cooperación al Desarrollo y el banco de desarrollo KfW, en el marco del Programa Nacional de Producción Doméstica de Biogás y Abono de Bangladesh se han instalado más de 46.000 sistemas de biogás a pequeña escala que utilizan residuos animales en las zonas rurales. Este programa ha promovido la expansión de la tecnología del biogás en las zonas rurales, con el objetivo final de establecer un sector del biogás sostenible y comercial en Bangladesh. El biogás producido en esas plantas se utiliza para cocinar y el alumbrado en los hogares de las zonas rurales, pero el lodo residual, un subproducto de las plantas de biogás, también se puede utilizar como fertilizante orgánico. El programa se está llevando a cabo a través de una red de 45 organizaciones asociadas, incluidas empresas privadas, organizaciones no gubernamentales (ONG) e instituciones de microfinanciación. El programa permite ahorrar 44.300 t de leña y 1.400 t de queroseno cada año.

Fuente: Infrastructure Development Company Ltd, 2014, Biogas and biofertilizer, disponible en <http://www.idcol.org/home/dbiogas> (página consultada el 7 de marzo de 2018).

³¹ Organización Mundial de la Salud, 2016, Contaminación del aire de interiores y salud, Nota descriptiva núm. 296.

³² La contribución del Gobierno del Pakistán puede consultarse en http://unctad.org/meetings/en/Contribution/CSTD_2018_IPanel_T1_RenewableEnergy_con08_Pakistan_en.pdf (página consultada el 7 de marzo de 2018).

³³ IEA, 2017f.

III. Consideraciones fundamentales en materia de políticas

A. Los países tienen diferentes trayectorias nacionales en energías renovables

43. La trayectoria de un país en energías renovables es una cuestión que reviste gran importancia, porque una vez que se establecen distintos mecanismos, como las economías de escala, las inversiones irrecuperables, los efectos del aprendizaje, y las prácticas y estilos de vida de los usuarios, pueden permanecer invariables durante años, si no decenios. Este efecto de bloqueo puede dificultar la modificación de las trayectorias energéticas. Las trayectorias en energías renovables y las consiguientes oportunidades de generación de ingresos deberían ocupar un lugar central en las estrategias nacionales de desarrollo habida cuenta de su importancia estratégica.

44. Los sistemas de innovación en energías renovables deben considerarse en los contextos nacionales y regionales pertinentes y, por lo tanto, su implantación depende de diversos factores contextuales. Entre estos factores se incluyen las condiciones geográficas y ambientales, las condiciones macroeconómicas, las prioridades socioeconómicas y de desarrollo, las condiciones culturales e institucionales, y los marcos regulatorios y de política. Por consiguiente, existen notables diferencias en la proporción que representa la energía renovable en la matriz energética de los países. Por ejemplo, la proporción de energía renovable en el suministro total de energía primaria en Colombia es del 22%, generada principalmente a partir de energía hidroeléctrica, que es una fuente importante de energía renovable para la generación de electricidad en América Latina. En Etiopía, esta proporción es de cerca del 93%, en su mayor parte generada a partir de biomasa. La proporción de energía renovable en Filipinas es del 36%, que se genera a partir de una combinación de energía geotérmica, energía solar, energía eólica y biomasa³⁴.

45. Los encargados de la formulación de políticas deberían establecer un equilibrio entre los objetivos y las prioridades para la implantación de las energías renovables. La expansión de las energías renovables puede contribuir al logro de objetivos nacionales o locales, como la revitalización del sector industrial, el sector manufacturero y el sector comercial relacionados con la producción y la implantación de las energías renovables, lo que da lugar a la creación de empleo. La expansión de las energías renovables también puede contribuir a crear más oportunidades de generación de ingresos para las comunidades que han tenido un acceso a la energía limitado o intermitente. Puede contribuir en gran medida a la igualdad de género al reducir el tiempo que mujeres y niñas dedican a recoger combustibles, así como al incrementar el acceso a la educación o mejorar la salud mediante la reducción de la contaminación en lugares cerrados. Además, la energía renovable puede ser un factor determinante para incrementar la productividad agrícola, por ejemplo, al posibilitar la utilización de sistemas de riego por bombeo.

46. Por consiguiente, no hay una trayectoria óptima de implantación de las energías renovables, sino que existen varias vías posibles. Por lo tanto, no existe un modelo único que se pueda aplicar al determinar la vía que se debe seguir, sino que es necesario comprender claramente las prioridades y los factores contextuales.

B. Las combinaciones de políticas son necesarias para fomentar la implantación de la energía renovable

47. Las políticas en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y la innovación deberían adoptar un enfoque basado en sistemas de innovación que incluya estos sistemas a nivel nacional, regional y sectorial para promover la energía renovable. El carácter sistémico de la innovación en el ámbito de las energías renovables requiere la creación de una clara demanda de renovables en el mercado y una combinación de políticas de apoyo para estimular la investigación y el desarrollo, fortalecer las competencias locales, coordinar los agentes y la infraestructura, armonizar las regulaciones y los incentivos, y movilizar fondos.

³⁴ IEA, 2017b.

48. La innovación en el ámbito de las energías renovables puede variar en cuanto a su alcance y escala. Algunas innovaciones incrementales pueden dar lugar a mejoras en las tecnologías existentes, como la ampliación del tamaño de las turbinas eólicas en alta mar. Mientras tanto, las innovaciones radicales aportan nuevas invenciones y/o métodos de producción, como el desarrollo de sistemas de electricidad más inteligentes y flexibles que puedan contribuir a integrar las tecnologías renovables variables en una mayor proporción o a un costo menor de lo que antes se creía posible. Tanto las innovaciones incrementales como las radicales son pertinentes para las tecnologías de energía renovable, y las políticas pueden promover ambas modalidades.

49. La aplicación de combinaciones de políticas requiere un sistema complejo de intervenciones, agentes y procesos que evolucionen de forma paralela durante períodos prolongados. Las combinaciones de políticas integrales deberían incluir tipos de instrumentos complementarios, como tarifas reguladas, normas internacionales, medidas para estimular la demanda, como la contratación pública, e incentivos como los programas en el marco de la iniciativa Mission Innovation y mecanismos de financiación con un enfoque ascendente, en función de los problemas específicos de cada país, así como de sus prioridades y nivel de madurez tecnológica.

50. Es importante fomentar la capacidad a fin de mejorar los conocimientos sobre las tecnologías de energía renovable y desarrollar competencias para instalar y mantener estas tecnologías. En el ámbito de la energía rural, es posible mejorar la eficacia de la formación y el fomento de la capacidad teniendo en cuenta los factores sociales y económicos, incluidas las cuestiones de género. Las investigaciones recientes de la UNCTAD ponen de relieve la importancia del fomento de la capacidad de innovación local, en particular la capacidad de diseñar y desarrollar tecnologías que estén adaptadas a las necesidades locales³⁵. Las iniciativas en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y la innovación, y las medidas de política pueden contribuir a fomentar la capacidad de innovación local, por ejemplo prestando apoyo a las universidades y los centros de investigación que centran su actividad en las tecnologías de energía renovable o proporcionando incentivos a empresas para la labor de investigación, desarrollo y demostración.

51. Además, a fin de maximizar la eficacia de las combinaciones de políticas, son necesarios procesos de política y mecanismos de gobernanza adecuados. Para ello se requiere coordinación, coherencia, y aprendizaje y colaboración en materia de políticas.

C. La cooperación internacional y regional desempeña una función fundamental

52. Debido al carácter internacional de las cadenas de suministro de las energías renovables, la cooperación internacional es esencial para aumentar la implantación de estas fuentes de energía. La cooperación internacional puede reunir a los diferentes agentes de una cadena de suministro o ayudarles para que puedan beneficiarse de los recursos naturales compartidos y de las infraestructuras comunes. Además de crear mercados a los que los agentes privados puedan responder en un entorno competitivo, los gobiernos deberían ser conscientes de que su función como intermediarios puede mejorar el funcionamiento de las cadenas de suministro o permitir un acceso eficiente a los activos que se comparten de forma natural, ya sean recursos naturales, infraestructuras o conocimientos.

53. La cooperación interregional es especialmente importante para reducir las diferencias en el potencial de las energías renovables debidas a las diferencias geográficas entre países vecinos. En algunas regiones el potencial de utilización de energías renovables es particularmente elevado si este se aprovechara de forma adecuada, la energía producida a partir de estas fuentes podría superar la demanda nacional de los países en los que se encuentran. Además, si se contrarrestan las variaciones diurnas y estacionales de la producción de las energías renovables en las diferentes regiones, estas podrían complementarse mutuamente si estuvieran conectadas a una red transnacional integrada.

³⁵ E/CN.16/2010/4.

Hay varias iniciativas y planes en esta esfera, por ejemplo el Plan de Desarrollo de la Red Nórdica (Nordic Grid Development Plan), en el marco del cual se está examinando la posibilidad de establecer nuevas líneas de transmisión interregionales mediante las cuales se podría transportar el excedente de energía producido en una región a centros de consumo³⁶. Otro ejemplo es la iniciativa del Corredor de Energía Limpia de África, de la Agencia Internacional de Energías Renovables, cuyo objetivo es acelerar el desarrollo de la energía renovable, incluido el comercio transfronterizo de energía renovable en los consorcios de energía eléctrica de África Oriental y Meridional³⁷.

54. La cooperación también puede incluir la transferencia de tecnología³⁸. China, por ejemplo, está facilitando el desarrollo de parques eólicos en la Argentina y el Pakistán³⁹, mientras que la India respalda la transferencia de tecnologías y competencias en el ámbito de las energías renovables en Mozambique (recuadro 6). El reto principal consiste en elaborar políticas y mecanismos de cooperación que faciliten la transferencia de tecnología entre empresas, especialmente en países con sectores de energías renovables incipientes. Sin embargo, la transferencia de tecnología debe complementar, no sustituir, los esfuerzos nacionales de creación de capacidad⁴⁰.

55. Como se indica en el recuadro 6, la cooperación internacional, incluidas la cooperación Norte-Sur y la cooperación Sur-Sur, puede ampliarse a muchas esferas: el aprendizaje y fomento de capacidad en materia de políticas, el desarrollo tecnológico, la mejora de la interconexión de las infraestructuras de red transfronterizas, el desarrollo de la capacidad de fabricación o la contribución mediante la financiación. Un ejemplo notable de esto último es el Parque Solar Fotovoltaico de Cobija (Estado Plurinacional de Bolivia), financiado casi a partes iguales por la Empresa Nacional de Electricidad de Bolivia y Dinamarca⁴¹. Esta planta genera suficiente energía solar como para satisfacer aproximadamente la mitad de la demanda de energía de Cobija durante el día, gracias a la cual se ahorra una importante cantidad de diésel y se reducen las emisiones.

Recuadro 6

La cooperación internacional en ciencia, tecnología e innovación en el ámbito de la energía renovable: estudios de casos

La Iniciativa de Formación y Demostración de Sistemas de Energía Solar Térmica en África Meridional (SOLTRAIN, por sus siglas en inglés) comenzó en 2009 con financiación de la Agencia Austríaca de Desarrollo y el Fondo de la Organización de Países Exportadores de Petróleo para el Desarrollo Internacional. Desde 2009, en el marco de esta iniciativa se ha creado conciencia y se han desarrollado las competencias en este ámbito en Lesotho, Namibia, Mozambique, Sudáfrica y Zimbabwe. Durante sus dos primeras fases (2009-2016) se han instalado 187 sistemas de calefacción solar, de pequeña a gran escala, y se ha impartido formación a 2.150 personas. En la tercera fase, se hará especial hincapié en proyectos de demostración en organizaciones de apoyo a las mujeres y otros grupos marginados.

³⁶ Statnet, Fingrid, Energinet y Svenska Kraftnat, 2017, Nordic Grid Development Plan 2017, disponible en <http://www.statnett.no/Global/Dokumenter/Nyheter%20-%20vedlegg/Nyheter%202017/Nordic%20Grid%20Development%20Plan%202017.pdf> (página consultada el 6 de marzo de 2018).

³⁷ Comunidad de África Meridional para el Desarrollo, 2016, *Renewable Energy and Energy Efficiency Strategy and Action Plan: REESAP 2016–2030* (Gaborone).

³⁸ D.G. Ockwell, J. Watson, G. MacKerron, P. Pal y F. Yamin, 2008, Key policy considerations for facilitating low carbon technology transfer to developing countries, *Energy Policy*, 36, 11): 4104 a 4115.

³⁹ J. Gosens y Y. Lu, 2013, From lagging to leading? Technological innovation systems in emerging economies and the case of Chinese wind power, *Energy Policy*, 60, C): 234 a 250.

⁴⁰ E/CN.16/2010/4.

⁴¹ La contribución del Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia puede consultarse en http://unctad.org/meetings/en/Contribution/CSTD_2018_IPanel_T1_RenewableEnergy_con01_Bolivia_es.pdf (página consultada el 7 de marzo de 2018).

En Mozambique se ha establecido una fábrica de paneles solares gracias a la inversión conjunta de los Gobiernos de Mozambique y la India. Se está impartiendo formación a técnicos de Mozambique, también en la India. En la actualidad trabajan en la fábrica 33 personas. Aunque se trata de una operación a pequeña escala, esta iniciativa constituye un ejemplo interesante de cómo los países pueden beneficiarse de la transferencia de tecnología y competencias mediante la producción e implantación rápidas de energías renovables. Aunque el país no cuenta con una amplia trayectoria de investigación y desarrollo, este ejemplo también ilustra de qué modo se pueden desarrollar nuevas competencias y fomentar el empleo en la etapa de fabricación de la cadena de suministro.

Mission Innovation es una iniciativa mundial de 22 países y la Unión Europea, que tiene por finalidad acelerar la innovación mundial en materia de energía limpia, para lograr que este tipo de energía sea asequible de forma generalizada. Hay siete desafíos prioritarios en materia de innovación que giran en torno a la investigación colaborativa, el desarrollo y la demostración. Varios de esos desafíos tienen como tema central la energía renovable o las innovaciones en este campo, como las redes eléctricas inteligentes, el acceso a la electricidad sin conexión a la red, los biocombustibles sostenibles, las nuevas tecnologías que transforman la luz solar en energía y los materiales de energía limpia.

La Alianza Mundial para la utilización de cocinas ecológicas es una alianza público-privada que tiene un papel decisivo en el apoyo a la investigación, el diseño y la puesta en marcha de programas para la difusión de cocinas mejoradas, incluidas cocinas que utilizan biocombustibles y energía solar. La Alianza pone de relieve la necesidad de desarrollar mercados aumentando la conciencia de los consumidores y garantizando la disponibilidad y la asequibilidad de este tipo de cocinas. Esta iniciativa reúne a más de 1.600 asociados en todo el mundo, tanto del sector privado, como gobiernos y ONG, y filántropos y donantes y expertos del mundo académico.

Fuentes: Las contribuciones de los Gobiernos de Austria, el Canadá y el Reino Unido pueden consultarse en <http://unctad.org/en/pages/MeetingDetails.aspx?meetingid=1562> (página consultada el 7 de marzo de 2018); Alianza Mundial para la utilización de cocinas ecológicas, 2016, Clean Cooking: Key to Achieving Global Development and Climate Goals; Comunidad de África Meridional para el Desarrollo, 2016.

56. Las organizaciones y organismos internacionales como la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo pueden desempeñar una importante función de apoyo a estas formas de cooperación. Pueden proporcionar una plataforma que permita a los países intercambiar experiencias y mejores prácticas en la implantación de la energía renovable. Asimismo, pueden facilitar la definición de mecanismos para mejorar el potencial de la energía renovable en los países en desarrollo. Este incluye la capacidad de formular y aplicar combinaciones de políticas favorables; la elaboración de planes y regulaciones flexibles para el sector energético que incluyan incentivos para la energía renovable; y medidas para mejorar la capacidad de asimilar y mantener tecnologías de energía renovable y de adaptarlas al contexto local.

IV. Propuestas para su consideración por los Estados Miembros y la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo en su 21^{er} período de sesiones

57. El logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible depende en gran medida de la mejora del acceso a los servicios de energía limpia. La creciente implantación de las energías renovables tiene importantes consecuencias en la generación de ingresos y otros resultados en materia de desarrollo, como la igualdad de género, la salud y el cambio climático. Como se indica en el presente informe, los países tienen diferentes trayectorias en lo que respecta a las energías renovables, en función de los contextos locales, como patrones geográficos, condiciones culturales e institucionales y marcos reglamentarios y de políticas. Debido a su importancia estratégica para el desarrollo sostenible, las políticas de energía renovable deberían incorporarse a las estrategias nacionales de desarrollo. Además,

el informe concluye que son necesarias combinaciones de políticas y un enfoque sistemático respecto de la innovación para aumentar la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas. Esto incluye medidas dirigidas tanto a la demanda como a la oferta de energías renovables, así como una combinación de políticas favorables para estimular la investigación y el desarrollo, promover las competencias locales, garantizar la asequibilidad y crear un entorno reglamentario propicio. Por último, la cooperación internacional, incluidas la cooperación Norte-Sur y la cooperación Sur-Sur, desempeña un papel fundamental a los efectos de aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas de aquí a 2030. La cooperación internacional no solo facilita el intercambio de conocimientos, el aprendizaje en materia de políticas, el fomento de la capacidad y el desarrollo tecnológico, sino que también puede contribuir de forma significativa al desarrollo de infraestructuras de redes interconectadas.

58. Los Estados Miembros tal vez deseen considerar las propuestas siguientes:

- a) Incrementar el apoyo nacional a las actividades de investigación y desarrollo en el campo de las tecnologías de energía renovable y las tecnologías instrumentales, y recabar la participación de gobiernos, el mundo académico, el sector privado y la sociedad civil en esas actividades, desde la investigación básica hasta la aplicación;
- b) Adoptar combinaciones de políticas que aporten cierta flexibilidad para apoyar la innovación e implantación de las energías renovables, y mejorar la coordinación y coherencia de las políticas con las políticas sectoriales, como las relativas a la ciencia, la tecnología y la innovación;
- c) Velar por la coherencia de las políticas en materia de energía renovable con el programa general de desarrollo del país;
- d) Facilitar la contribución de los enfoques basados en sistemas con conexión y sin conexión a la red mediante la creación de un entorno regulatorio y una estructura de tarifas favorables;
- e) Examinar la posibilidad de formular políticas sobre tecnologías de energía renovable a fin de aumentar las oportunidades de generación de ingresos y contribuir a su utilización no solo en el ámbito doméstico, sino también en los sectores industrial, comercial y agrícola;
- f) Apoyar nuevos modelos de negocio y financiación para garantizar la asequibilidad de las tecnologías de energía renovable mediante la distribución de los costos iniciales;
- g) Reconocer y tener en cuenta los contextos sociales y culturales de las comunidades locales, en particular de las mujeres, y apoyar la innovación, la ampliación y la implantación de tecnologías en los servicios energéticos para los hogares;
- h) Promover las alianzas Norte-Sur y Sur-Sur, así como alianzas triangulares, en el ámbito de las tecnologías de energía renovable, y estudiar los mecanismos colaborativos de investigación y desarrollo que puedan facilitar la transferencia de tecnología;
- i) Desarrollar la capacidad de innovación interna, en particular las competencias para instalar, mantener y reparar las tecnologías de energía renovable, y colaborar con las comunidades locales, incluidas las mujeres, en la capacitación para utilizar estos sistemas y su mantenimiento.

59. La comunidad internacional tal vez desee considerar las propuestas siguientes:

- a) Facilitar las actividades conjuntas de investigación en el ámbito internacional y regional sobre las energías renovables, en particular en lo que respecta al pronóstico de tendencias, y aplicar enfoques holísticos para examinar la relación entre el agua, los alimentos, la energía y el medioambiente;
- b) Alentar la colaboración internacional en ciencia, tecnología e innovación en el ámbito de la energía renovable;
- c) Mejorar la interconexión transfronteriza de las infraestructuras de las redes para las energías renovables.

60. Se alienta a la Comisión a que adopte las siguientes medidas:

- a) Apoyar la colaboración entre múltiples interesados en el aprendizaje en materia de políticas, el fomento de la capacidad y el desarrollo tecnológico;
 - b) Mejorar la coordinación entre las partes interesadas y fomentar la creación de alianzas en materia de energía renovable que permitan aprovechar los conocimientos especializados y tengan en cuenta los intereses específicos de cada uno de los interesados;
 - c) Alentar el intercambio de enseñanzas entre países y regiones, reconociendo al mismo tiempo que las políticas y las combinaciones de políticas no pueden simplemente trasladarse de un contexto a otro;
 - d) Definir mecanismos que puedan mejorar la capacidad de los países en desarrollo en materia de energía renovable, incluida la capacidad para elaborar políticas y planes y regulaciones flexibles, y medidas para mejorar la capacidad de asimilar y mantener tecnologías de energía renovable y de adaptarlas al contexto local.
-