

**Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo****22º período de sesiones**

Ginebra, 13 a 17 de mayo de 2019

Tema 3 b) del programa provisional

La función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la creación de comunidades resilientes, incluso mediante la contribución de la ciencia ciudadana**Informe del Secretario General***Resumen*

En este informe se examinan varias cuestiones fundamentales relativas a la función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la creación de comunidades resilientes. En él se destaca la importancia decisiva que el fomento de la resiliencia tiene para el desarrollo sostenible. Las comunidades resilientes empoderan a sus miembros para que absorban las perturbaciones y se adapten a ellas, tienen economías que pueden autoorganizarse para seguir funcionando en períodos de crisis y son capaces de desarrollar todas sus actividades sin dañar el medio ambiente. La ciencia, la tecnología y la innovación tienen un papel fundamental en cada una de estas dimensiones. Las tecnologías digitales han empoderado a las personas. La innovación conduce a la diversificación económica, que a su vez aumenta la capacidad de las economías para adaptarse a las perturbaciones. Las nuevas tecnologías podrían contribuir a desvincular el desarrollo económico de la degradación del medio ambiente. La ciencia ciudadana las utiliza para lograr la participación de voluntarios en la realización de tareas como la reunión de datos en apoyo de la ciencia. Los retos técnicos que se plantean están relacionados con los datos, las tecnologías instrumentales subyacentes y la necesidad de actuar con cautela al utilizar los datos adquiridos en el marco de proyectos de ciencia ciudadana. Los retos sociales que surgen están vinculados a la generación y el uso del conocimiento, dado que la resiliencia refleja las normas sociales y los intereses contrapuestos que existen en cada comunidad. A su vez, el mercado plantea retos en términos de escalabilidad y sostenibilidad, que ponen de manifiesto el hecho de que muchas soluciones tecnológicas para la resiliencia comunitaria se encuentran todavía en fase experimental. Otra cuestión fundamental es la necesidad de desarrollar soluciones científicas, tecnológicas e innovadoras que sean resilientes en sí mismas, habida cuenta de que las interrupciones del servicio podrían ser extremadamente perjudiciales para las comunidades. A modo de conclusión, en el informe se subraya el papel clave de la cooperación internacional y se presentan sugerencias de políticas para su examen.



Introducción

1. En su 21^{er} período de sesiones, celebrado en Ginebra en mayo de 2018, la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo decidió que uno de los dos temas prioritarios que se abordarían entre los períodos de sesiones de 2018 y 2019 sería la función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la creación de comunidades resilientes, incluso mediante la contribución de la ciencia ciudadana.
2. La secretaría de la Comisión organizó una reunión de expertos entre períodos de sesiones del 15 al 17 de enero de 2019 en Viena, a fin de profundizar los conocimientos sobre ese tema y prestar asistencia a la Comisión en sus deliberaciones durante su 22^o 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.

I. Contexto

A. Efectos de las perturbaciones en el desarrollo sostenible

3. En todo momento hay personas en alguna parte del mundo que se ven afectadas por perturbaciones, que van desde crisis económicas hasta emergencias sanitarias, desde conflictos sociales y guerras hasta desastres causados por peligros naturales. Por ejemplo, los brotes de enfermedades como el cólera y el ébola han afectado a miles de personas. En 2016, murieron 180.000 personas por causa de conflictos². En 2017, los desastres naturales afectaron a más de 95 millones de personas y causaron pérdidas y daños por un valor superior a 337.000 millones de dólares de los Estados Unidos³. Los conflictos y los desastres provocaron el desplazamiento de 30,6 millones de personas en 143 países y territorios⁴. Dos recientes perturbaciones económicas de amplio alcance (la crisis de la deuda soberana que afectó a Europa entre 2010 y 2012 y los reajustes de los precios mundiales de los productos básicos que tuvieron lugar entre 2014 y 2016) generaron una desaceleración económica que afectó al empleo y a la capacidad de muchos Estados de mejorar el acceso a servicios públicos como la salud y la educación⁵.
4. Además, la interdependencia económica mundial ha creado unas amenazas cada vez más complejas e impredecibles. Los desastres causados por peligros naturales provocan interrupciones en la cadena de suministro que a menudo conllevan extensos daños y pérdidas económicas que podrían propagarse a la industria y la economía. Otra amenaza compleja es el riesgo de desastres tecnológicos provocados por peligros naturales, como el de la central nuclear de Fukushima Daiichi, desencadenado por el tsunami que siguió al terremoto de Tohoku del 11 de marzo de 2011⁶.

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 <https://unctad.org/en/pages/MeetingDetails.aspx?meetingid=2026> [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

² Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018. *World Health Statistics 2018: Monitoring Health for the SDGs*, Ginebra.

³ Cálculos de la UNCTAD basados en información extraída de la base de datos sobre desastres del Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres de la Universidad Católica de Lovaina. Puede consultarse en www.emdat.be [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

⁴ Centro de Vigilancia de los Desplazamientos Internos, 2018. *GRID 2018: Global Report on Internal Displacement*, Consejo Noruego para Refugiados.

⁵ Naciones Unidas, 2018. *World Economic Situation and Prospects 2018*. Nueva York: núm. de venta E.18.II.C.2.

⁶ Véase <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/technological-accidents-triggered-natural-disasters> [fecha de consulta: 21 de febrero de 2019].

5. Esas perturbaciones tienen graves consecuencias en el progreso hacia el desarrollo sostenible. Por lo tanto, fomentar la resiliencia de las personas, las comunidades y los países es fundamental para la aplicación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

B. Resiliencia, reducción de riesgos y desarrollo sostenible

6. En la preparación del presente informe se utilizó la definición armonizada de las Naciones Unidas del término “resiliencia”, que fue aprobada por el Comité de Alto Nivel sobre Programas de la Junta de los Jefes Ejecutivos del Sistema de las Naciones Unidas para la Coordinación, como parte de un marco analítico del riesgo y la resiliencia para las Naciones Unidas. Según la definición que figura en el informe del Comité de Alto Nivel sobre Programas en su 34º período de sesiones, la resiliencia es “la capacidad de prevención, resistencia, absorción, adaptación, respuesta y recuperación positiva, eficiente y eficaz que tienen las personas, los hogares, las comunidades, las ciudades, las instituciones, los sistemas y las sociedades para hacer frente a riesgos muy diversos sin dejar de funcionar a un nivel aceptable y sin comprometer las perspectivas a largo plazo en materia de desarrollo sostenible, paz y seguridad, derechos humanos y bienestar para todos”⁷.

7. El enfoque centrado en la resiliencia comunitaria coloca en primer plano a los miembros de la comunidad, que actúa dentro de sus propias esferas de influencia, y toma en consideración sus interrelaciones sociales y sus actividades económicas, así como los activos y la infraestructura que tienen a su disposición⁸. Habida cuenta de las tres dimensiones del desarrollo sostenible, una comunidad resiliente es aquella cuya organización social facilita el empoderamiento adecuado de sus miembros para que tengan mayor capacidad de absorber las perturbaciones y adaptarse a ellas. Una comunidad así debe tener una economía diversificada que pueda adaptarse cuando cambian las circunstancias, autoorganizarse para seguir funcionando en períodos de crisis y llevar a cabo sus actividades sin dañar el medio ambiente.

8. Una consideración fundamental para aumentar la resiliencia de las comunidades es que estas últimas han de participar plenamente en las intervenciones, los proyectos y las estrategias desde el principio. Es preciso promover el compromiso y la participación si se pretende que las comunidades estén empoderadas para actuar con rapidez y encontrar soluciones a sus problemas.

C. Marco de análisis de la función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la resiliencia

9. La ciencia, la tecnología y la innovación contribuyen a la resiliencia empoderando y dando voz a las personas, en particular a las más vulnerables; ampliando su acceso a la educación y la salud; posibilitando la vigilancia de los riesgos ambientales; conectando a la gente; y permitiendo la creación de sistemas de alerta temprana. La innovación impulsa la diversificación económica, lo que permite que las economías se adapten a las perturbaciones y prosperen. La innovación en infraestructuras protege a las comunidades frente a los fallos y las repercusiones negativas. Además, las nuevas tecnologías y los productos y servicios innovadores podrían desvincular el desarrollo económico de la degradación ambiental, promoviendo la sostenibilidad ambiental.

⁷ CEB/2017/6, pág. 25.

⁸ Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2012. *Characteristics of a Safe and Resilient Community*, Ginebra.

10. A fin de centrar el debate, el presente informe abarca los siguientes aspectos fundamentales:

a) **Tecnología:** el rápido desarrollo tecnológico abre nuevas vías para la resiliencia comunitaria. Al tiempo que se reconoce la importancia de las tecnologías tradicionales, en este informe se centra la atención en las nuevas tecnologías ya comercializables a fin de subrayar los avances recientes y las nuevas oportunidades;

b) **Ciencia:** distintos campos de la ciencia contribuyen a la construcción de comunidades resilientes. Este hecho se reconoce en el informe, que se centra en el uso de los conocimientos autóctonos y en nuevas formas de lograr que los ciudadanos contribuyan y participen en la investigación científica para favorecer la resiliencia;

c) **Innovación:** el informe contiene un análisis de los sistemas que caracterizan el proceso de innovación que contribuye a la resiliencia comunitaria, y de los nuevos enfoques de la innovación para la resiliencia que son posibles gracias a las tecnologías digitales.

II. Tecnología para el fomento de la resiliencia comunitaria

A. Fomento de la resiliencia social

1. Reducción de las vulnerabilidades y fomento de la capacidad para hacerles frente

11. Las deficiencias en el acceso a la salud y a la educación aumentan las vulnerabilidades. A ese respecto, las tecnologías modernas de la información y las comunicaciones, como las tecnologías satelitales y móviles, facilitan el acceso a los servicios de atención sanitaria, incluso a las comunidades rurales y remotas, mediante la telemedicina. Las nuevas vacunas y estrategias para controlar los brotes epidémicos, como el de la enfermedad del Ébola, contribuyen también a aumentar la resiliencia comunitaria. Se emplean drones para distribuir vacunas y suministros médicos a zonas rurales de países en desarrollo⁹.

12. El uso de ordenadores, tabletas y teléfonos inteligentes permite el aprendizaje electrónico y da acceso a la información pertinente de manera oportuna, lo que mejora la capacidad para hacer frente a las perturbaciones. Por ejemplo: las aplicaciones móviles facilitan las iniciativas educativas encaminadas a crear capacidades para prepararse y hacer frente a los desastres y recuperarse de ellos; los teléfonos inteligentes se utilizan para grabar y difundir a través de los medios sociales, vídeos que muestran maneras en que los miembros de la comunidad pueden desarrollar sus propias capacidades; por otro lado, se han utilizado juegos digitales para impartir capacitación en intervenciones de emergencia mediante simulaciones por ordenador.

2. Evaluación, vigilancia y gestión del riesgo

13. Reducir el riesgo de amenazas implica tener capacidad para evaluar y vigilar los riesgos. Las redes de vigilancia se complementan con sensores *ad hoc* de código abierto y bajo costo (como limnógrafos y sismógrafos). Por ejemplo, existe un proyecto en el que los voluntarios construyen e instalan fuera de sus casas dispositivos para medir la concentración de polvo fino y transmiten datos con los que se actualizan los mapas correspondientes¹⁰. Los ciudadanos aportan también información obtenida gracias a la participación colectiva, lo que se conoce como “información geográfica voluntaria” y que

⁹ Véase, por ejemplo, Centro Biomédico de Rwanda, 2016. Rwanda launches the first drone medical deliveries project, 14 de octubre. Puede consultarse en www.rbc.gov.rw/IMG/pdf/press_release_medical_drones_deliveries.pdf [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019]; y Rosen J. W., 2017. Zipline’s ambitious medical drone delivery in Africa. En *MIT Technology Review*, 8 de junio. Puede consultarse en www.technologyreview.com/s/608034/blood-from-the-sky-ziplines-ambitious-medical-drone-delivery-in-africa/ [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

¹⁰ Véase <https://luftdaten.info/en/home-en/> [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

llega, por ejemplo, en forma de fotografías etiquetadas con la hora y la ubicación geográfica correspondientes y actualizaciones en los medios sociales. Los teléfonos inteligentes equipados con sensores (como cámaras, acelerómetros y micrófonos) también pueden utilizarse con fines de vigilancia y observación científica.

14. Además de los sensores *in situ*, la vigilancia del medio ambiente se lleva a cabo mediante el uso de satélites y drones con fines de teleobservación. Las tecnologías satelitales son esenciales en la preparación para casos de desastre y la respuesta de emergencia. El costo de los satélites de pequeña escala está disminuyendo, lo que hace más asequibles las aplicaciones que utilizan imágenes de alta resolución, por ejemplo, para vigilar el uso de la tierra y la planificación urbana. Los drones son un medio de teleobservación económico. Pueden desplegarse con fines de vigilancia del uso de la tierra y de cartografía rápida en casos de emergencia, por ejemplo, junto con plataformas colaborativas que permiten etiquetar las imágenes en directo obtenidas con drones en situaciones de desastres.

15. Los sistemas de colaboración abierta también se emplean para generar mapas digitales de evaluación de riesgos. Ejemplos de ello son el proyecto YouthMappers de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)¹¹, que es una red internacional de universidades dedicada a cartografiar la resiliencia mediante la creación y utilización de datos geográficos abiertos, y Community Maps¹², una iniciativa que ofrece servicios de cartografía participativa¹³.

16. Un elemento esencial de la resiliencia comunitaria es la existencia de sistemas locales de alerta temprana conectados a los sistemas nacionales. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América, las autoridades locales difunden las alertas de emergencia que reciben del Sistema Público Integrado de Advertencia y Alerta de la Agencia Federal de Gestión de Emergencias. La tecnología móvil ofrece nuevas posibilidades de alerta temprana. Por ejemplo, en el marco del sistema de alerta temprana para la Vigilancia tras Situaciones de Emergencias y Desastres Extremos, los trabajadores sanitarios emplean teléfonos móviles para enviar informes a una base de datos central a fin de permitir la detección de enfermedades frecuentes en situaciones de emergencia¹⁴.

3. Respuesta en casos de emergencia

17. Para intervenir en casos de emergencia es necesario poder comunicarse oportunamente a efectos de coordinación y adopción de medidas, y la tecnología móvil ofrece nuevas soluciones en ese sentido. Por ejemplo, los especialistas en acciones de rescate y socorro pueden emplear teléfonos móviles o “routers vestibles” para crear una red de área local inalámbrica durante las emergencias. La tecnología móvil también se utiliza para llevar a cabo sondeos interactivos con objeto de evaluar los daños o las necesidades después de los desastres. Es el caso, por ejemplo, del proyecto de Análisis y Cartografía de la Vulnerabilidad del Programa Mundial de Alimentos¹⁵.

18. Cada vez es más frecuente que, cuando sucede un desastre, los ciudadanos recurran a los medios sociales para buscar y compartir información. Los organismos locales utilizan los medios sociales para involucrar a los miembros de la comunidad y lograr que estos informen y respondan desde la primera línea. Este enfoque crea una conciencia común y compromete a los ciudadanos con la mejora de la resiliencia. Los organismos oficiales y las organizaciones no gubernamentales hacen un seguimiento de los medios sociales para conocer la situación e identificar, por ejemplo, los patrones de necesidades graves, los recursos disponibles y las medidas adoptadas.

¹¹ Véase www.youthmappers.org/ [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

¹² Véase <https://communitymaps.org.uk/welcome> [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

¹³ Véase <http://mappingforchange.org.uk/> [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

¹⁴ Véase www.wpro.who.int/philippines/areas/emergencias_disasters/speed/en/ [fecha de consulta: 15 de febrero de 2019].

¹⁵ Véase www.wfp.org/content/2016-mobile-vulnerability-analysis-mapping-mvam [fecha de consulta: 27 de febrero].

19. El análisis de datos y los macrodatos también pueden facilitar la respuesta de emergencia. Por ejemplo, durante un brote de fiebre tifoidea en Uganda, el Ministerio de Salud utilizó aplicaciones de cartografía de datos para asignar medicamentos y movilizar a los equipos sanitarios¹⁶. Los estudios relativos a la colaboración con los operadores móviles han demostrado que es posible utilizar los datos agregados y anónimos de la telefonía móvil para evaluar rápidamente los movimientos de población tras las situaciones de emergencia, lo que mejora la gestión de los desastres¹⁷. Los datos sobre transacciones financieras se han utilizado para comprender mejor la capacidad de resiliencia económica de la población y para estimar las pérdidas económicas que se producen a nivel local como consecuencia de un desastre, lo que podría servir para formular una respuesta específica en cada emergencia¹⁸. El análisis de datos y los macrodatos también contribuyen a mejorar la eficacia de las comunidades. Un ejemplo de ello es el sistema de tablero de mandos de la Organización Mundial de la Salud, que permite vigilar las emergencias sanitarias que se producen en todo el mundo para orientar las medidas que se adopten (como en el brote de ébola de 2018 en la República Democrática del Congo y el brote de cólera del mismo año en Zimbabwe)¹⁹.

B. Fomento de la resiliencia económica

1. Aumento de las oportunidades económicas y la diversificación

20. La diversificación económica es la estrategia seguida generalmente cuando se pretende fomentar la resiliencia económica. Es el caso, en particular, de las comunidades que han de hacer frente a fluctuaciones de la riqueza en recursos y de la actividad económica, como son las comunidades rurales, o las dedicadas al turismo o a la pesca costera. No obstante, la diversificación económica sigue siendo un reto para las economías más pobres con bajos niveles de capacidad productiva. En las comunidades más avanzadas tecnológicamente, con conectividad a Internet de banda ancha y tecnologías modernas de la información y las comunicaciones, las nuevas tecnologías (por ejemplo, la inteligencia artificial, los macrodatos y la impresión tridimensional) podrían permitir el desarrollo de nuevos sectores. La diversificación económica también puede ser el resultado de la innovación en conocimientos técnicos, métodos, procedimientos, normas y reglamentos. Por ejemplo, los cambios en las normas sociales para facilitar el acceso de las mujeres a los recursos productivos podrían conllevar la creación de nuevas empresas.

2. Acceso a la infraestructura energética y de comunicaciones²⁰

21. El acceso a infraestructuras como la electricidad y las comunicaciones es fundamental para el desarrollo y la resiliencia de las comunidades. Las nuevas tecnologías pueden ofrecer una solución alternativa a las costosas inversiones en esas infraestructuras. Por ejemplo, los rápidos avances tecnológicos y las reducciones de costos han permitido a algunos países en desarrollo, en particular de África y Asia, evitar la instalación de infraestructura de líneas terrestres analógicas y pasar directamente a las telecomunicaciones móviles digitales. Varios países que a principios de la década de 2000 registraban bajos niveles de penetración de la telefonía fija y móvil habían superado, para 2017, el promedio mundial de 108,9 suscripciones de telefonía móvil por cada 100 habitantes²¹.

¹⁶ Pulso Mundial de las Naciones Unidas, OMS y Ministerio de Salud de Uganda, 2015. Data visualisation and interactive mapping to support response to disease outbreak. Project Series, núm. 20.

¹⁷ Pulso Mundial de las Naciones Unidas y Programa Mundial de Alimentos (PMA), 2014. Using mobile phone activity for disaster management during floods. Project Series, núm. 2.

¹⁸ Pulso Mundial de las Naciones Unidas y Programa Mundial de Alimentos (PMA), 2016. Using financial transaction data to measure economic resilience to natural disasters. Project Series, núm. 24.

¹⁹ Contribución de la OMS.

²⁰ Basado en UNCTAD, 2018. Leapfrogging: look before you leap. Resumen de la UNCTAD núm. 71, diciembre (UNCTAD/PRESS/PB/2018/8). Puede consultarse en https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/presspb2018d8_en.pdf.

²¹ Cálculos de la UNCTAD basados en datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

22. Un ejemplo del potencial que albergan las nuevas tecnologías con miras a la ampliación del acceso a la electricidad es el desarrollo de sistemas de energía renovable descentralizados. Según un análisis basado en datos geoespaciales, para llevar la electricidad a todos los hogares del África subsahariana para 2030, en el caso de varios países la combinación más rentable de tecnologías de energía convencional y renovable consistía en soluciones sin conexión a la red eléctrica y en minirredes que utilizan tecnología solar fotovoltaica²².

3. Inclusión financiera y financiación de riesgos

23. Un elemento fundamental para toda comunidad resiliente es la capacidad de sus miembros de manejar la incertidumbre financiera. Si bien los servicios financieros facilitan este proceso, no llegan a muchas zonas rurales y remotas y grupos vulnerables. Sin embargo, la rápida adopción de la tecnología móvil ha allanado el camino para la creación de servicios de tecnología financiera innovadores, en particular en África, como el sistema de banca móvil M-Pesa en Kenya, lo que comporta importantes consecuencias para la inclusión financiera. Por ejemplo, los países del África Subsahariana tienen los mayores porcentajes de adultos con una cuenta de dinero móvil: el 21 % en 2017 frente a una media mundial del 4 %²³.

24. Innovaciones como los seguros basados en índices meteorológicos también han beneficiado a los agricultores de países donde los mercados financieros agrícolas están subdesarrollados. Con ese sistema, los pagos se realizan sobre la base de un índice objetivo (como las mediciones de las precipitaciones) que sirve como indicador de las pérdidas de cosechas o ganado. Las aseguradoras utilizan imágenes satelitales y modelos informáticos para crear índices sobre los que basar sus pagos. Sin embargo, a pesar de sus evidentes ventajas²⁴, la aceptación de los planes de seguros basados en índices en los países en desarrollo sigue siendo baja. Ello se debe, entre otras cosas, a una mala comprensión del seguro para las cosechas, a la incapacidad para pagar las primas y a las deficientes estimaciones de pérdidas que arrojan los modelos en el pasado.

C. Fomento de la resiliencia ambiental

25. La tecnología puede utilizarse para vigilar los ecosistemas terrestres y marinos. Por ejemplo, se utilizan datos satelitales y algoritmos de aprendizaje automático para llevar a cabo un seguimiento de los cambios en la cubierta forestal y la densidad del dosel. La inteligencia artificial podría utilizarse para cotejar la información relativa a las licencias de explotación forestal con los datos facilitados por los sistemas geoespaciales de cartografía a fin de vigilar las actividades ilegales. Los drones tienen diversas aplicaciones en la gestión de las tierras y los recursos, como la vigilancia dinámica del uso de la tierra, del cumplimiento de las leyes sobre la tierra y del desarrollo y la concentración parcelaria. Se utiliza tecnología geoespacial en los nuevos sensores de teleobservación para la medición de los componentes del ciclo del agua, en los instrumentos de campo basados en sensores terrestres, en la integración de datos basados en la nube y en los modelos computacionales y los portales de información hidrológica basados en sistemas web de información geográfica.

26. Las modernas tecnologías de la información y de las comunicaciones abren nuevas oportunidades para productos y servicios innovadores destinados a ciertos nichos de mercado, como el turismo de naturaleza, que fomentan una interacción equilibrada con la naturaleza. Por ejemplo, las aplicaciones de la tecnología geoespacial de la información y

²² Cálculos de la UNCTAD basados en datos de las Naciones Unidas; pueden consultarse en <https://un-modelling.github.io/electrification-paths-presentation/> [fecha de consulta: 20 de febrero de 2019].

²³ Demirgüç-Kunt A., Klapper L., Singer D., Ansar S. y Hess J., 2018. *The Global Findex Database 2017: Measuring Financial Inclusion and the Fintech Revolution*, Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial, págs. xi y 19.

²⁴ Véase Skees J. R., 2008, Innovations in index insurance for the poor in lower income countries. En *Agricultural and Resource Economics Review*, 37(1), págs. 1 a 15.

las comunicaciones pueden ser de ayuda para el turismo de naturaleza al facilitar actividades al aire libre respetuosas con el medio ambiente, como el senderismo, el ciclismo de montaña y el barranquismo. Los sectores respetuosos con el medio ambiente suelen requerir más conocimientos que los sectores tradicionales; además, para lograr la participación significativa de los miembros de la comunidad, es fundamental fomentar su capacidad.

D. Características de las soluciones tecnológicas

27. Las soluciones eficaces para fomentar la resiliencia de las comunidades que utilizan las nuevas tecnologías ya comercializables comparten varias características comunes²⁵:

a) Polivalencia: las soluciones son pertinentes y útiles antes, durante y después de las emergencias, y también en la vida diaria. Es el caso, por ejemplo, de los teléfonos móviles y los teléfonos inteligentes, que se emplean en una serie de soluciones, desde la evaluación y la vigilancia del riesgo de desastres hasta los sistemas de respuesta en casos de emergencia y de alerta temprana;

b) Facilidad de aprendizaje y de uso: por ejemplo, no hay necesidad de seguir un programa de estudios para usar los medios sociales, por lo que estos resultan útiles en las respuestas de emergencia. Asimismo, se han simplificado el funcionamiento y los formatos de los datos de los drones utilizados con fines de teleobservación, lo que permite realizar reconocimientos aéreos también a quienes no son científicos;

c) Escalabilidad: las soluciones han de crecer para ajustarse a la demanda. Los medios sociales empleados para dar respuesta en casos de emergencia tienen esa propiedad y permiten a cualquiera llegar a un público amplio;

d) Accesibilidad y asequibilidad: en lo que respecta a la respuesta en casos de emergencia, los teléfonos móviles de bajo coste son cada vez más accesibles. Los drones tienen unos costos de explotación bajos, lo que permite usarlos en misiones frecuentes, ofrecen una mayor cobertura espacial, no requieren puntos de instalación y pueden desplegarse rápidamente²⁶.

28. Muchas de estas características de las soluciones tecnológicas surgen de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, así como de las posibilidades que ofrecen a través de la digitalización y la conectividad. La reducción del costo de esas tecnologías ha democratizado el acceso a ellas y ha propiciado la aparición de nuevos agentes y formas de innovación.

III. Ciencia: aprovechamiento de los conocimientos autóctonos y diálogo con los ciudadanos para garantizar su participación

A. Creación de sinergias con los conocimientos tradicionales, locales y autóctonos

29. La creación de sinergias con los conocimientos tradicionales, locales y autóctonos podría dar lugar a nuevos avances científicos que contribuyan a crear comunidades resilientes. Los conocimientos autóctonos suelen adquirirse al interactuar con el ecosistema natural y al tratar de asegurar la supervivencia a largo plazo de las comunidades. Estos

²⁵ Basado en Cruz Roja Americana y Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2015. A vision for the humanitarian use of emerging technology for emerging needs, pág. 14.

²⁶ Por ejemplo, véase Vousdoukas M. I., Pennucci G., Holman R. A. y Conley D. C., 2011. A semi-automatic technique for rapid environmental assessment in the coastal zone using small unmanned aerial vehicles (SUAV). En *Journal of Coastal Research*, número especial 64, págs. 1755 a 1759.

conocimientos contribuyen a los esfuerzos tendientes a aumentar la resiliencia de las comunidades frente a los peligros naturales comunes (por ejemplo, inundaciones y sequías) y en relación con sus medios de subsistencia (por ejemplo, la agricultura, la ganadería y la ordenación de la flora y fauna silvestres); a preservar los valores tradicionales de las comunidades y fortalecer su identidad; y a fomentar la participación de las mujeres y los miembros de grupos vulnerables, que son elementos importantes para fomentar la resiliencia.

30. A menudo se necesita el apoyo de los Gobiernos y de la comunidad internacional para ampliar, adaptar y hacer accesibles esos conocimientos. Un medio para alcanzar esos objetivos son las bases de datos en línea de conocimientos tradicionales²⁷. También se necesitan políticas destinadas a garantizar que continúe la transmisión intergeneracional de esos sistemas de conocimientos dentro de sus comunidades de origen.

31. En algunos países, los organismos de financiación científica han incentivado los conocimientos autóctonos para hacer frente a los problemas ambientales. Por ejemplo, en Sudáfrica, los sistemas de conocimientos autóctonos son uno de los temas transversales del plan decenal de innovación de la Fundación Nacional de Investigación, que se centra, entre otras cosas, en el cambio climático²⁸. En el Canadá, el organismo federal Polar Knowledge Canada, entre 2017 y 2019, va a destinar 8,1 millones de dólares canadienses a la financiación de proyectos que emplean el conocimiento autóctono para promover la sostenibilidad y la resiliencia ante los efectos de las modificaciones en las condiciones del hielo²⁹.

B. Ciencia ciudadana para construir comunidades resilientes

32. La ciencia ciudadana consiste en la participación de ciudadanos de a pie en la generación de nuevos conocimientos científicos. Este enfoque combina el uso de Internet, los teléfonos inteligentes y los medios sociales y el de redes de sensores de bajo costo para proporcionar información amplia y en tiempo real. La ciencia ciudadana puede servir también para educar y empoderar a las comunidades y a las partes interesadas que de otro modo podrían quedar al margen, caso de emplearse métodos más tradicionales de generación de conocimiento científico.

33. Este es el enfoque que se ha adoptado desde hace algún tiempo en el ámbito de la gestión de riesgos. Ya en la década de 1980 se reconoció que los proyectos comunitarios con enfoques ascendentes, que hoy en día se clasificarían como ciencia ciudadana, eran enormemente beneficiosos para el fomento de la capacidad. Este enfoque no se aplica únicamente a la reducción del riesgo de desastres. Existen proyectos como el Global Mosquito Alert Consortium, pensado para vigilar y controlar por todo el mundo ciertas especies de mosquitos que son vectores de enfermedades³⁰, y el Earth Challenge 2020, cuyo objetivo es reunir más de mil millones de puntos de referencia sobre la calidad del aire y del agua, la biodiversidad y la salud humana³¹.

²⁷ Por ejemplo, véase Liu Y. y Sun Y., 2004. China traditional Chinese Medicine (TCM) Patent Database. En *World Patent Information*. Marzo, 26(1), págs. 91 a 96; Biblioteca Digital de Conocimiento Tradicional, puede consultarse en www.tkd.l.res.in/tkd/LangSpanish/Common/Home.asp?GL=Spa [consulta: 18 de febrero de 2019]; Korean Traditional Knowledge Portal, puede consultarse en www.koreantk.com/ [consulta: 18 de febrero de 2019]; y Genesys, el portal mundial sobre recursos fitogenéticos, disponible en <https://www.genesys-pgr.org/es/welcome> [fecha de consulta: 18 de febrero de 2019].

²⁸ Véase www.nrf.ac.za/division/funding/indigenous-knowledge-systems-iks-2019 [fecha de consulta: 18 de febrero de 2019].

²⁹ Véase www.canada.ca/en/polar-knowledge/news/2017/12/government_of_canadaannouncesfundingforscienceandtechnologyandkn.html [fecha de consulta: 27 de febrero de 2019].

³⁰ Para más información, véase Tyson E., Bowser A., Palmer J., Kapan D., Bartumeus F., Brocklehurst M. y Pauwels E., 2018. *Global Mosquito Alert: Building Citizen Science Capacity for Surveillance and Control of Disease-vector Mosquitoes*, Wilson Centre: abril.

³¹ Véase www.earthday.org/campaigns/earthchallenge2020/ [fecha de consulta: 27 de febrero de 2019].

1. Tipos de ciencia ciudadana

34. La ciencia ciudadana englobaría la reunión, la interpretación y el análisis de datos, así como la divulgación de los resultados. En muchos proyectos, el papel de los interesados locales se limita estrictamente a reunir información. Esos “sensores ciudadanos” intervienen en menor medida en la definición de los objetivos y la formulación del proyecto, pero aun así pueden proporcionar datos de buena calidad en regiones donde estos escasean. Más recientemente, se tiende a integrar a que los voluntarios en todos los aspectos intelectuales de los proyectos de ciencia ciudadana, de manera que sean los ciudadanos quienes definan el problema y luego recopilen la información pertinente (por ejemplo, observaciones sobre caudales de agua, calidad del aire, temblores de tierra y daños causados por las inundaciones).

35. El hecho de restituir la información y los datos de manera comprensible incentiva la participación ciudadana. Por ejemplo, en los proyectos hidrológicos, podría hacerse proporcionando indicaciones sobre las necesidades de riego para los agricultores, modelos de usos y demanda de agua para los encargados de formular políticas, o mapas de vulnerabilidad a las inundaciones para el público³². Las tecnologías basadas en Internet crean oportunidades para ofrecer retroalimentación a los usuarios o establecer una comunicación con ellos más allá del proyecto de investigación en sí. Cuando la provisión de información y retroalimentación a la ciudadanía son parte integral del desarrollo del proyecto, los porcentajes de participación y los niveles de aceptación de la comunidad son altos.

2. Uso de la tecnología en la ciencia ciudadana

36. Muchos han establecido un paralelo entre el aumento del número de proyectos de investigación de ciencia ciudadana y el rápido desarrollo tecnológico de los últimos 10 a 15 años. Actualmente existen multitud de sensores pequeños y baratos que se pueden conectar fácilmente a los teléfonos inteligentes, que suelen disponer de conexión a Internet y llevar incorporadas cámaras sofisticadas. Estos avances, junto con las mejoras en el procesamiento y el análisis de datos, abren nuevas vías para que la ciencia ciudadana contribuya a las iniciativas de fomento de la resiliencia a escala comunitaria. Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones han aumentado el flujo de conocimientos y datos, mientras que la Internet de las cosas permite un enfoque mucho más interactivo y dinámico en el diseño de investigaciones, la generación de conocimientos y el suministro de información a nivel comunitario. Si bien en ocasiones es difícil integrar los equipos y programas informáticos innovadores más recientes directamente en proyectos de fomento de la resiliencia en los países menos adelantados, existen, no obstante, oportunidades prometedoras; por ejemplo, la utilización de nuevas redes de sensores y mapas en línea con fines de vigilancia hidrológica³³, cartografía geológica³⁴ y ejercicios de cartografía de las zonas de riesgo³⁵.

³² Véase, por ejemplo, Paul J. D., Buytaert W., Allen S., Ballesteros-Cánovas J. A., Bhusal J., Cieslik K., Clark J., Dugar S., Hannah D. M., Stoffel M., Dewulf A., Dhital M. R., Liu W., Nayaval J. L., Neupane B., Schiller A., Smith P. J. y Supper R., 2018. Citizen science for hydrological risk reduction and resilience building. En *WIREs Water*, enero/febrero, 5(1).

³³ Buytaert W., Zulkafli Z., Grainger S., Acosta L., Alemie T. C., Bastiaensen J., De Bièvre B., Bhusal J., Alemie T. C., Clark J., Dewulf A., Foggin M., Hannah D. M., Hergarten C., Isaeva A., Karpouzoglou T., Pandeya B., Paudel D., Sharma K., Steenhuis T., Tilahun S., Van Hecken G. y Zhumanova M., 2014. Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. En *Frontiers in Earth Science*, 2: 26.

³⁴ Malakar Y., 2014, Community-based rainfall observation for landslide monitoring in western Nepal. En Sassa K., Canuti P. y Yin Y., eds. *Landslide Science for a Safer Geo-environment. Volume 2: Methods of Landslide Studies*. Springer International Publishing, págs. 757 a 764.

³⁵ Rieger C. 2016, Demonstrating the capacity of online citizen science mapping software to communicate natural hazards and engage community participation, Universidad de Lethbridge, agosto.

IV. Innovación: abordar la resiliencia mediante un enfoque basado en misiones

A. Sistemas innovadores para construir comunidades resilientes

37. Los sistemas de innovación para crear productos y servicios destinados a construir comunidades resilientes suelen estar orientados por misiones específicas, lo que significa que los actores de estos sistemas reúnen recursos para resolver problemas sociales concretos: por ejemplo, la necesidad de sistemas de alerta temprana frente a múltiples peligros, de inmunización contra nuevas enfermedades o de redes de comunicación que funcionen durante las emergencias. Estos sistemas innovadores suelen centrarse en las fases finales del despliegue de tecnologías tradicionales (por ejemplo, las vacunas y la teledetección) o en nuevas tecnologías ya comercializables (por ejemplo, aplicaciones para teléfonos inteligentes y drones de bajo coste), y no en las fases iniciales de exploración y desarrollo de tecnologías emergentes (por ejemplo, la inteligencia artificial y la edición genómica).

38. Los ciudadanos, las organizaciones de la sociedad civil, los empresarios sociales, las organizaciones educativas y los gobiernos locales y nacionales son actores en esos sistemas de innovación:

a) Los ciudadanos son los usuarios finales de muchos productos y servicios para fomentar la resiliencia y proporcionan aportaciones esenciales en cuanto a los problemas que deben abordarse y a la eficacia y la usabilidad de las soluciones propuestas;

b) Las organizaciones de la sociedad civil median entre los gobiernos locales, los desarrolladores de tecnologías y los grupos marginados y promueven innovaciones que respondan a sus necesidades. Estas organizaciones pueden desempeñar un papel decisivo en el ensayo, la promoción y la divulgación de innovaciones destinadas a beneficiar a las comunidades más desfavorecidas;

c) Los emprendedores sociales contribuyen al proceso de innovación aportando soluciones locales a problemas sociales, culturales y ambientales locales. Ayudan a construir comunidades resilientes abordando las vulnerabilidades existentes y promoviendo unas transiciones sostenibles;

d) Los sistemas educativos eficaces aumentan la capacidad de las comunidades para aprender, adaptarse a los cambios y contribuir al proceso de innovación a fin de encontrar nuevas y mejores soluciones para la reducción del riesgo;

e) Los gobiernos locales proporcionan servicios y bienes públicos locales que aumentan la resiliencia (por ejemplo, de educación, salud, transporte e infraestructuras frente a las inundaciones);

f) Los Gobiernos nacionales son fundamentales para marcar las pautas del enfoque de la innovación basada en misiones, aportar la infraestructura y las instituciones públicas que sean necesarias, promover el fomento de la capacidad y estimular la creación de vínculos en el sistema de innovación.

39. Los sistemas de innovación eficaces tienen vínculos sólidos y evolutivos entre todas las partes interesadas en la ciencia, la tecnología y la innovación que se han mencionado anteriormente. Un ejemplo de ello es la cooperación entre grupos científicos y tecnológicos y las instituciones educativas para promover la popularización y la difusión de los conocimientos sobre la resiliencia.

40. Un sistema de innovación eficaz para fomentar la resiliencia de la comunidad también requiere un entorno propicio. La infraestructura debe desarrollarse haciendo especial hincapié en garantizar un acceso asequible a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y en superar las brechas digitales. El marco normativo y de políticas debería proporcionar un entorno favorable para permitir que los agentes de la innovación lleven a cabo una planificación a largo plazo y basada en misiones. Se necesita coherencia entre las políticas de ciencia, tecnología e innovación y ciertos ámbitos de políticas como la

salud pública y la reducción del riesgo de desastres. Las instituciones y las autoridades públicas deben persuadir a la comunidad para que esta participe en el diseño y la aplicación de innovaciones para el fomento de la resiliencia. El acceso a la financiación debe ser flexible para los emprendedores sociales. Es preciso cultivar el capital humano centrándose firmemente en el fomento de las habilidades necesarias para el uso de las tecnologías instrumentales, como las tecnologías de la información y de las comunicaciones, y en la difusión de los conocimientos en materia de resiliencia a través del sistema educativo. Las normas y prácticas sociales y culturales deberían promover la participación inclusiva de las mujeres, los jóvenes y las personas de edad en el proceso de innovación para lograr la resiliencia de la comunidad.

B. Nuevos enfoques de la innovación para fomentar la resiliencia de las comunidades³⁶

41. La innovación a favor de los pobres y de la inclusión puede aumentar la resiliencia de las comunidades, al extender los beneficios de la innovación a grupos anteriormente excluidos, que se convierten en consumidores de nuevos productos y servicios, o en participantes en el proceso de innovación. Este tipo de innovación se centra en el desarrollo de productos y servicios de bajo costo para atender a los mercados sin explotar, como los productos médicos de bajo costo y la telemedicina móvil en zonas rurales remotas, y en las innovaciones que ofrecen a las personas que viven en la pobreza la oportunidad de dedicarse al comercio a pequeña escala para que puedan aumentar sus ingresos.

42. Los enfoques de la innovación de base popular procuran incluir a las comunidades locales en el proceso de innovación, algo fundamental para que los miembros de la comunidad colaboren en las iniciativas de fomento de la resiliencia. Para lograrlo hay que contar con la participación de agentes de base que experimenten con formas alternativas de creación de conocimientos e innovación. Por ejemplo, los sistemas comunitarios de reducción del riesgo de desastres suelen procurar que la comunidad intervenga en la creación de mecanismos de vigilancia y alerta temprana. Otro ejemplo de ello es el desarrollo de soluciones innovadoras de pago con teléfono móvil, en particular para los consumidores que se encuentran en la base de la pirámide, que utilizan tecnología de telefonía móvil básica en lugar de teléfonos inteligentes. Las iniciativas de innovación de base popular, que operan en los ámbitos de la sociedad civil, están impulsadas por las necesidades sociales y ambientales, se basan en el intercambio mutuo y en las aportaciones voluntarias de los agentes y el conocimiento local, y a menudo reciben financiación en forma de subvenciones.

43. El término “innovación social” se refiere a las innovaciones en las relaciones sociales; prácticas y estructuras, encaminadas primordialmente a atender las necesidades sociales y mejorar el bienestar humano. Algunos ejemplos de innovación social para fomentar la resiliencia comunitaria son el suministro de productos de microfinanciación para reducir la vulnerabilidad financiera de las comunidades, la promoción de nuevas ideas de negocio locales para diversificar los medios de subsistencia y el apoyo al emprendimiento ecológico de las mujeres como enfoque para abordar el desarrollo rural local sostenible.

V. Principales retos

A. Retos técnicos: datos y tecnologías instrumentales subyacentes

44. En los datos utilizados para desarrollar el fomento de la resiliencia siguen existiendo lagunas que podrían colmarse gracias a los datos aportados por la ciencia ciudadana. Para aprovechar mejor esos datos, es necesario disponer de estándares y marcos que faciliten su

³⁶ Esta sección se basa en UNCTAD, 2017, *New Innovation Approaches to Support the Implementation of the Sustainable Development Goals*, UNCTAD/DTL/STICT/2017/4 (publicación de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra).

recopilación y difusión. Por ejemplo, los proyectos de ciencia ciudadana generalmente conllevan la recopilación de datos de sensores por personas ajenas a la comunidad científica; por consiguiente, ha de simplificarse el diseño de la red de sensores para garantizar la sistematicidad de las muestras. También podría incrementarse el uso de datos posibilitando su conversión entre tecnologías, plataformas y aplicaciones diferentes. Por ejemplo, aunque el uso de teléfonos inteligentes para fotografiar la extensión de las inundaciones y el nivel de los ríos puede llegar a formar una red muy densa de sensores generados por la población, la conversión de los datos a fin de generar modelos matemáticos y restituir la información a los voluntarios (no científicos) siguen siendo mucho más complejas desde el punto de vista tecnológico y se encuentran actualmente en fase de desarrollo.

45. Otro adicional es que a menudo los datos en cuestión no tienen la calidad suficiente a efectos de calibración y validación de modelos matemáticos. Una solución a este problema consiste en aplicar nuevos algoritmos de fusión para crear conjuntos de datos combinados, por ejemplo, entre datos pluviométricos recogidos mediante ciencia ciudadana y productos satelitales de precipitación. Sin embargo, puede ser preciso ofrecer pautas sobre el despliegue, el uso y la gestión de estos servicios de recogida de datos.

46. Además, antes de que los datos puedan emplearse en modelos matemáticos es necesario cuantificar los efectos de la reducción de la frecuencia de observación, de la disponibilidad irregular de datos y de las variaciones en la precisión de un sensor a otro. Estas incertidumbres en los datos impiden el uso generalizado de datos procedentes de la ciencia ciudadana en aplicaciones para el fomento de la resiliencia, como los sistemas operativos de alerta temprana, y deben ser tenidas en cuenta, por ejemplo, estableciendo límites de incertidumbre. Estos límites podrían expresarse en forma de porcentajes aproximados de error al deducir el nivel de un río a partir de imágenes de la cámara de un teléfono inteligente. A pesar de la rapidez de los avances tecnológicos, los datos procedentes de la ciencia ciudadana rara vez se presentan en esa forma debido a las dificultades para cuantificar la incertidumbre.

47. El uso de los medios sociales para fomentar la resiliencia, obliga a considerar cuestiones relacionadas con la fiabilidad de la información, la privacidad y la protección de datos. Los datos en general, tanto si se emplean en contextos de emergencia humanitaria y de desastre como en contextos de preparación, plantean la necesidad de adoptar enfoques operacionales responsables para ofrecer un almacenamiento seguro de los datos, además de privacidad y anonimato³⁷. En este sentido, es necesario usar los datos con prudencia y adoptar medidas para proteger la intimidad de los ciudadanos.

48. Otro de los retos que se plantean es que muchos enfoques institucionales descendentes de fomento de la resiliencia han tenido dificultades para generar conocimientos aplicables a nivel local. Por ejemplo, la vigilancia del nivel de los ríos y de las descargas se basa generalmente en una red dispersa de limnógrafos que requieren un mantenimiento exhaustivo y tecnológicamente complejo, por lo que su uso está limitado a instituciones grandes y bien financiadas, además de a entidades públicas oficiales. Esta restricción a menudo implica problemas administrativos e incluso legales de acceso a los datos, lo que puede frustrar a los usuarios de la comunidad.

49. El Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 aboga firmemente por vincular la recopilación y el análisis de datos y la difusión de información a través de interfaces o aplicaciones en línea fáciles de usar. Este enfoque favorece la construcción de sistemas de apoyo a las decisiones y políticas centrados en las personas. Estas plataformas se han descrito como observatorios ambientales virtuales³⁸ que permiten que la información circule entre distintos agentes. Estos observatorios ponen de relieve las formas en que la cogeneración de datos puede conducir al empoderamiento político de las

³⁷ Por ejemplo, véase Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCAH), 2016. Building data responsibility into humanitarian action. Policy and Studies Series Think Brief, mayo.

³⁸ Karpouzoglou T., Zulkafli Z., Grainger S., Dewulf A., Buytaert W. y Hannah D. M., 2016. Environmental Virtual Observatories (EVOs): Prospects for knowledge co-creation and resilience in the Information Age. En *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 18 de febrero, págs. 40 a 48.

personas y las comunidades marginadas y, en consecuencia, tener amplias repercusiones en el fomento de la resiliencia y la creación conjunta de conocimientos en los países en desarrollo.

50. El acceso a las redes y equipos de comunicaciones a nivel comunitario es otro de los retos. Por ejemplo, en algunas regiones, países y grupos demográficos, cuando las personas están equipadas, por ejemplo de teléfonos móviles, prevalecen los modelos más antiguos que pueden no ser compatibles con las aplicaciones más recientes. Desde un punto de vista técnico, las regiones con una baja penetración de Internet pueden beneficiarse de una amplia cobertura de telefonía móvil que permite la transmisión de los datos de los sensores a través de mensajes de texto. Otro componente importante de la infraestructura digital es la presencia de empresas locales que puedan apoyarla y mantenerla, tanto en lo relativo al *software* como al *hardware*. Por consiguiente, es necesario poner en marcha iniciativas para fomentar y promover esas empresas.

B. Retos sociales: generación y uso del conocimiento

51. Los miembros de la comunidad tienen diferentes niveles de resiliencia, que también se ven afectados por las relaciones de poder. Así pues, la resiliencia no es neutral, sino que es el reflejo de las normas sociales y los intereses contrapuestos en el seno de una comunidad determinada. Por ejemplo, las soluciones tecnológicas para la resiliencia comunitaria deberían tener en cuenta el hecho de que, en muchos contextos, el acceso de las mujeres y las niñas a las tecnologías es limitado. Las iniciativas que fomentan las aptitudes digitales de las mujeres y las niñas y les facilitan el acceso a la tecnología de la información y de las comunicaciones podrían empoderarlas y contribuir a fomentar la resiliencia de la comunidad. Un ejemplo de ello es un proyecto centrado en empoderar a las mujeres y los jóvenes de la zona económicamente desfavorecida de Kibera, en Nairobi, que implica a la comunidad en la reunión de datos e información e imparte formación en la esfera de la tecnología de la información y de las comunicaciones y el emprendimiento³⁹.

52. A veces, los proyectos para desarrollar la resiliencia comunitaria se ven obstaculizados por las diferencias culturales entre los científicos y las partes interesadas locales (por ejemplo, en cuanto al idioma, las costumbres, las jerarquías, el género y el trato que se da a los extranjeros). Por lo general, los científicos ven el fomento de la resiliencia como una tarea independiente dentro de un proyecto más amplio. A menudo centran su atención en las publicaciones y las subvenciones y carecen del tiempo y los recursos necesarios para comprender plenamente el idioma y los dialectos, las normas sociales y los medios de vida locales. Las partes interesadas locales consideran que el fomento de la resiliencia tiene un efecto mensurable en los medios de subsistencia, pero pueden desconfiar o mostrar resentimiento si las intervenciones anteriores no llegaron a producir mejoras tangibles.

53. Para armonizar estos puntos de vista, los proyectos impulsados por la tecnología para fomentar la resiliencia deberían incluir un componente de ciencias sociales a fin de velar por que los resultados de los proyectos de investigación sean viables en la práctica y tengan un impacto mensurable en los medios de vida locales. La organización de reuniones o talleres periódicos entre científicos y partes interesadas locales puede también resolver los retos culturales y los problemas de confianza. Esos talleres podrían incluir asimismo un componente adicional de formación impartida por los miembros locales del proyecto en el idioma local y bajo la dirección científica de quienes dirigen el proyecto.

54. Además, es fundamental que los datos y los conocimientos generados sean pertinentes y aplicables a nivel local. Deben transformarse en resultados útiles (por ejemplo, mapas de peligros asociados a la vulnerabilidad frente a corrimientos de tierras o terremotos) y han de ponerse en conocimiento de las comunidades afectadas. En ocasiones, existe un desajuste entre el volumen de conocimiento científico producido para orientar la toma de decisiones a nivel local y la baja demanda de esa información debido a que los

³⁹ Véase www.globalgiving.org/pfil/15295/projdoc.pdf.

marcos políticos, legales y normativos existentes impiden a los gobiernos locales actuar con arreglo a la información recibida.

C. Retos operativos y comerciales: escalabilidad y sostenibilidad

55. Uno de los retos asociados a los sistemas de innovación para la creación de comunidades resilientes es el hecho de que el desarrollo de muchas de las soluciones no pasa de la fase experimental. Existe una laguna en lo referente a la adopción de modelos de prestación de servicios y la mejora del vínculo entre la creación de prototipos y los emprendedores que introducen el producto o servicio en el mercado. Otro de los retos reside en obtener la participación y la coordinación de las iniciativas emprendidas en diferentes áreas, sectores y mercados públicos (por ejemplo, salud, infraestructuras y educación), lo que resulta imprescindible para ampliar el alcance de las soluciones para el fomento de la resiliencia que suelen tener múltiples repercusiones en distintas áreas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

56. En lo relativo al uso de *hardware*, como los drones y las redes de sensores, la escala de los despliegues operativos actuales es relativamente modesta. Entre los retos existentes, destacan los costos de despliegue y la reunión de datos, que siguen siendo elevados en zonas extremadamente remotas y empobrecidas. Además, es posible que no se cumplan debidamente ciertos requisitos específicos importantes de una aplicación si se usan componentes comunes disponibles en el mercado.

57. La estandarización de las herramientas y los métodos utilizados en los proyectos de investigación en ciencia ciudadana podría reducir los problemas operacionales que surgen en ese ámbito. Por ejemplo, iniciativas como CitizenScience.org⁴⁰ y CitSci.org⁴¹ pretenden fomentar la colaboración, la comunidad y la credibilidad aprovechando el conocimiento adquirido por profesionales e investigadores en el campo de la ciencia ciudadana.

D. Desarrollo de soluciones resilientes de ciencia, tecnología e innovación

58. Las soluciones tecnológicas también deben ser resilientes en sí mismas y las que se diseñen para la respuesta en casos de emergencia han de poder soportar las inclemencias del tiempo, el desgaste por el uso normal, la presión y los daños. También han de ser eficientes desde el punto de vista energético y aprovechar cada vez más las fuentes de energía innovadoras, apoyadas por una red de productos y servicios de apoyo.

59. La calidad, el diseño, la distribución, la interrelación y el funcionamiento de las infraestructuras tecnológicas afectan a la resiliencia de estas. La interrupción del servicio en infraestructuras críticas, como los hospitales, el transporte, la electricidad y la infraestructura de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, tiene importantes efectos negativos en el tejido socioeconómico de las comunidades. La naturaleza compleja y el alto nivel de interconexión de muchas de esas infraestructuras las hacen vulnerables a los efectos de las reacciones en cadena que se producen durante las crisis. La forma y la estructura de las redes de infraestructuras influyen en su resiliencia a las perturbaciones. Muchas de estas redes tienden a formarse añadiendo continuamente nuevos segmentos a las partes existentes de la red que ya están bien conectadas. Son redes que se muestran robustas cuando se producen fallos aleatorios pero que son vulnerables a fallos en nodos con muchos enlaces. Por ejemplo, las redes de transporte público son robustas ante fallos aleatorios, pero vulnerables a las perturbaciones específicas que interrumpen los nodos más conectados⁴².

⁴⁰ Véase www.citizen-science.org/about/ [fecha de consulta: 27 de febrero de 2019].

⁴¹ Véase www.citsci.org/CWIS438/Websites/CitSci/About.php?WebSiteID=7 [fecha de consulta: 27 de febrero de 2019].

⁴² Berche B., Von Ferber C., Holovatch T. y Holovatch Y., 2009. Resilience of public transport networks against attacks. En *The European Physical Journal B*, 71(1), págs. 125 a 137.

VI. Colaboración internacional

60. La colaboración internacional cumple una función fundamental en la producción de ciencia, tecnología e innovación mundiales que facilita la creación de soluciones tecnológicas comunitarias para el fomento de la resiliencia. Esta colaboración genera información sobre amenazas naturales transfronterizas, como los fenómenos meteorológicos o los brotes epidémicos, que se traslada a los servicios nacionales y comunitarios. Por ejemplo, la Organización Meteorológica Mundial proporciona información en línea sobre ciclones tropicales, fuertes lluvias y nevadas, tormentas eléctricas, vendavales y niebla⁴³. La Plataforma de las Naciones Unidas de Información Obtenida desde el Espacio para la Gestión de Desastres y la Respuesta de Emergencia divulga conocimientos y tecnologías de carácter científico obtenidos desde el espacio para la gestión de desastres⁴⁴. En la esfera de la salud, el Marco para el intercambio de virus gripales y el acceso a las vacunas y otros beneficios como parte de la Preparación para una Gripe Pandémica⁴⁵, coordinado por la Organización Mundial de la Salud, permite recoger muestras y analizar rápidamente los virus de la gripe, con lo que mejora la capacidad de los distintos países en términos de preparación y acceso equitativo a los antivirales y las vacunas.

61. Las plataformas mundiales de investigación colaborativa promueven el desarrollo de herramientas científicas que contribuyen a la resiliencia. Por ejemplo, PrecisionFDA⁴⁶, de la Administración de Alimentos y Medicamentos estadounidense, conecta a expertos de todo el mundo y proporciona herramientas, datos y un marco de trabajo para asumir retos comunitarios en temas como la detección temprana cuando se producen brotes patógenos. Las plataformas colaborativas también son eficaces para lograr la participación de las autoridades y los profesionales. Es el caso, por ejemplo, de la plataforma 100 Ciudades Resilientes⁴⁷, que proporciona a las ciudades que la integran pautas financieras y logísticas y herramientas y servicios seleccionados para el fomento de la resiliencia; la Red Digital Humanitaria⁴⁸, que pone a voluntarios digitales al servicio de la respuesta humanitaria; y el Intercambio de Datos Humanitarios⁴⁹, una plataforma abierta de la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios para el intercambio de datos de diversas crisis y organizaciones.

62. Se han creado iniciativas nacionales e internacionales para apoyar la participación pública en los procesos científicos, principalmente mediante la puesta en marcha y el apoyo de proyectos de ciencia ciudadana y la realización de investigaciones sobre ciencia ciudadana. Entre esas iniciativas, figuran la European Citizen Science Association, la Citizen Science Association y la Australian Citizen Science Association. En 2017, se puso en marcha una red de redes denominada Citizen Science Global Partnership para promover y hacer avanzar la ciencia ciudadana.

63. La cooperación para el desarrollo puede contribuir a fomentar la capacidad en la esfera de las nuevas tecnologías que presenten potencial para aumentar de la resiliencia comunitaria. Las estadísticas sobre asistencia oficial para el desarrollo no hacen un seguimiento de la asistencia bilateral destinada específicamente a fomentar la resiliencia, pero la asistencia oficial para el desarrollo destinada a infraestructuras económicas, que contribuye a la resiliencia económica, ha pasado de 8.000 millones de dólares de los Estados Unidos en 2000 a 22.000 millones de dólares en 2016⁵⁰. La colaboración internacional también se expresa a través del apoyo al proceso intergubernamental de reducción del riesgo de desastres y fomento de la resiliencia.

⁴³ Véase <https://severe.worldweather.wmo.int/> [fecha de consulta: 27 de febrero de 2019].

⁴⁴ Véase www.un-spider.org/ [fecha de consulta: 27 de febrero de 2019].

⁴⁵ Véase www.who.int/influenza/pip/en/ [consulta: 27 de febrero de 2019].

⁴⁶ Véase <https://precision.fda.gov/> [fecha de consulta: 19 de febrero de 2019].

⁴⁷ Véase www.100resilientcities.org/ [fecha de consulta: 19 de febrero de 2019].

⁴⁸ Véase <http://digitalhumanitarians.com/> [fecha de consulta: 19 de febrero de 2019].

⁴⁹ Véase <https://data.humdata.org/>.

⁵⁰ Véase <https://data.oecd.org/oda/distribution-of-net-oda.htm> [fecha de consulta: 27 de febrero de 2019].

64. Dentro del sistema de las Naciones Unidas, varios organismos tienen programas para promover soluciones de ciencia, tecnología e innovación que contribuyan directamente a la creación de comunidades resilientes. Las comisiones regionales han promovido la cooperación en materia de ciencia, tecnología e innovación para la resiliencia. Por ejemplo, la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico tiene un programa sobre tecnología de la información y las comunicaciones y reducción del riesgo de desastres que abarca el fomento de la resiliencia, la vigilancia de las sequías desde el espacio, la cooperación regional en materia de aplicaciones de tecnología espacial y los sistemas de información espacial y geográfica para la gestión de desastres. Un buen ejemplo de cooperación es el Mecanismo de Cooperación Regional para la Supervisión y Alerta Temprana de la Sequía, mediante el cual se proporciona a los países participantes acceso oportuno y gratuito a productos, servicios y datos obtenidos desde el espacio, así como apoyo para la formación y el fomento de la capacidad. La Comisión Económica y Social para Asia Occidental ha promovido el fomento de la resiliencia ayudando a elaborar estrategias nacionales de transformación digital, entre otras cosas abordando los vínculos entre la tecnología de la información y las comunicaciones y la gobernanza y la prevención de conflictos. A nivel comunitario, los miembros de los equipos de las Naciones Unidas en los países han utilizado nuevas tecnologías ya comercializables para aplicar sistemas de alerta temprana y preparación y desarrollar la capacidad nacional de gestión del riesgo de desastres, al tiempo que han aportado conocimientos especializados en esferas como el análisis y la cartografía de la vulnerabilidad y el apoyo a los sistemas de protección social⁵¹.

65. La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres es el punto focal del sistema de las Naciones Unidas para la coordinación de la reducción de desastres y, como tal, asegura las sinergias entre las actividades de reducción de desastres y la labor en las esferas socioeconómica y humanitaria; y reúne a representantes de la ciencia y del mundo académico con otras partes interesadas, incluidos la sociedad civil y los agentes comunitarios, mediante la organización de plataformas regionales y mundiales para la reducción del riesgo de desastres. Ese organismo también mantiene PreventionWeb⁵², una plataforma de conocimientos en línea sobre la reducción del riesgo de desastres, y elabora productos como el informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres mediante alianzas con la comunidad científica, la sociedad civil y el sector privado⁵³.

66. La Conferencia de Ciencia y Tecnología de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, celebrada en enero de 2016 en Ginebra, dio lugar a la aprobación de la hoja de ruta de ciencia y tecnología para apoyar la aplicación del Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. La hoja de ruta incluye previsiones de resultados, medidas y productos en relación con cada una de las prioridades de acción del Marco de Sendái. También hay varias medidas transversales, como en el ámbito del fomento de la capacidad, la equidad de género, la participación ciudadana, las alianzas entre el sector público y el privado y la coherencia o armonización con otros programas mundiales posteriores a 2015, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que deberán vincularse a las medidas adoptadas por otras partes interesadas en la aplicación del Marco de Sendái.

67. Si bien estos esfuerzos de los agentes nacionales e internacionales han dado resultados concretos, aún queda mucho por hacer para aprovechar la ciencia, la tecnología y la innovación en favor de la resiliencia de las comunidades, en particular en el contexto de las tecnologías de frontera y el rápido cambio tecnológico. Por ejemplo, para crear conciencia y fomentar la capacidad nacional, es necesario difundir activamente, mediante productos del conocimiento y actividades de intercambio, casos prácticos de uso de nuevas tecnologías de frontera ya comercializables que fomenten la resiliencia de las comunidades y promover nuevas asociaciones e iniciativas de colaboración internacional para fomentar la capacidad en el uso de estas tecnologías para la resiliencia, también mediante la ciencia

⁵¹ Véase www1.wfp.org/resilience-building [fecha de consulta: 20 de febrero de 2019].

⁵² Véase www.preventionweb.net/english/ [fecha de consulta: 20 de febrero de 2019].

⁵³ Véase www.unisdr.org/we/inform/gar [fecha de consulta: 27 de febrero de 2019].

ciudadana. Deben adoptarse más medidas para promover la participación de las mujeres y los jóvenes en la elaboración y aplicación de enfoques innovadores de la resiliencia comunitaria. La Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo puede desempeñar un papel decisivo a este respecto, dada su posición única en el sistema de las Naciones Unidas como principal plataforma intergubernamental para abordar cuestiones relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación y el desarrollo.

VII. Propuestas para su consideración por los Estados Miembros y la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo en su 22º período de sesiones

68. La ciencia, la tecnología y la innovación desempeñan un papel fundamental en el fomento de la resiliencia comunitaria. En diversos campos de la ciencia se generan conocimientos nuevos que ayudan a comprender mejor los mecanismos y los factores que impulsan la resiliencia de las comunidades. Las nuevas tecnologías ya comercializables crean oportunidades innovadoras para aumentar la resiliencia económica, social y ambiental, y los nuevos enfoques de la innovación pueden reunir a agentes no tradicionales de la innovación para unir sus esfuerzos y aunar sus recursos en pro de la resiliencia comunitaria.

69. Tal vez los Estados Miembros deseen examinar la conveniencia de:

a) Apoyar plenamente el desarrollo de soluciones de ciencia, tecnología e innovación para el fomento de la resiliencia, entre otras cosas, promoviendo la aplicación del Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible;

b) Diseñar y aplicar políticas de ciencia, tecnología e innovación que contribuyan a la creación de comunidades resilientes, entre otras cosas mediante la creación de un entorno propicio para un sistema de innovación para la resiliencia basado en misiones;

c) Armonizar las políticas de ciencia, tecnología e innovación con las de salud pública, gestión de desastres y otras políticas pertinentes para que respondan a la creación de comunidades resilientes;

d) Incorporar la inclusividad en la formulación de estrategias de ciencia, tecnología e innovación para la resiliencia. Las soluciones de ciencia, tecnología e innovación para fomentar la resiliencia comunitaria han de ser inclusivas y deben contar con la participación de los más pobres y vulnerables. Es esencial favorecer la participación de las comunidades locales como cocreadoras de las innovaciones conexas, incluidas las innovaciones sociales;

e) Establecer o reforzar las plataformas nacionales existentes para asegurar un uso más eficaz de la ciencia, la tecnología y la innovación para la resiliencia;

f) Fortalecer los programas de investigación sobre las causas profundas, los mecanismos y los factores que influyen en el uso de la ciencia, la tecnología y la innovación para el fomento de la resiliencia de las comunidades, a fin de orientar mejor las intervenciones eficaces en materia de ciencia, tecnología e innovación;

g) Promover la utilización de instrumentos científicos para proporcionar y compartir información sobre los riesgos a diferentes escalas antes, durante y después de las perturbaciones, a fin de aumentar la resiliencia mediante una mejor preparación y el fortalecimiento de la capacidad para hacerles frente;

h) Invertir en infraestructuras tecnológicas instrumentales, como las tecnologías de la información y las comunicaciones y la electricidad, haciendo especial hincapié en asegurar un acceso asequible y en superar las brechas digitales entre zonas geográficas, géneros, generaciones y niveles de ingreso.

70. Tal vez la comunidad internacional desee examinar la conveniencia de:

a) Promover y aplicar métodos participativos de investigación y colaboración científica interdisciplinaria y transdisciplinaria para lograr una mejor comprensión de la resiliencia comunitaria, teniendo en cuenta la reducción integrada de los desastres y las transformaciones sostenibles;

b) Tomar en consideración y utilizar sistemáticamente los conocimientos tradicionales, locales y autóctonos como parte de la investigación científica centrada en la resiliencia comunitaria;

c) Desarrollar un marco analítico para integrar los riesgos de desastres tecnológicos provocados por amenazas naturales en las estrategias de construcción de comunidades resilientes;

d) Aprovechar la participación del sector privado en el ciclo de innovación para la creación de nuevos productos y servicios para la resiliencia comunitaria;

e) Utilizar mecanismos tales como incubadoras, aceleradores, laboratorios de innovación, mercados e innovaciones inclusivas, sociales y de base popular, para promover la creación de nuevos productos y servicios para la resiliencia comunitaria;

f) Promover un diálogo abierto sobre la resiliencia entre los sectores de la ciencia y la tecnología y los encargados de la formulación de políticas, facilitando la creación de redes entre ellos y crear y aplicar un marco sistemático en el que se tengan en cuenta las cuestiones relacionadas con la resiliencia como parte de la planificación y el desarrollo basados en evidencias científicas;

g) Promover las iniciativas de ciencia ciudadana y fortalecer las capacidades de las comunidades y los ciudadanos para recopilar, utilizar y analizar datos mediante la asignación presupuestaria, la planificación y ejecución de programas y proyectos, y la divulgación de los resultados de la ciencia ciudadana en foros mundiales;

h) Incorporar la ciencia ciudadana en las modalidades estándar de apoyo al proceso de formulación de políticas mediante la aplicación de la ciencia;

i) Promover el uso de los datos adquiridos en el marco de las iniciativas de ciencia ciudadana de manera que se respeten los derechos de los ciudadanos, y en particular el derecho a la privacidad;

j) Promover la creación de plataformas para la coordinación y la recopilación de datos reunidos en proyectos de ciencia ciudadana a fin de que estén disponibles para su utilización en otras iniciativas relacionadas con el desarrollo;

k) Establecer vínculos, programas y proyectos que unan la ciencia ciudadana y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular los relativos al fomento de la resiliencia, en consonancia con las prioridades de las comunidades vulnerables;

l) Velar por que los proyectos de ciencia, tecnología e innovación para la resiliencia y de ciencia ciudadana estén documentados y que sus resultados estén a disposición del público para facilitar el aprendizaje comunitario en otros entornos.

71. Se alienta a la Comisión a que:

a) Facilite las alianzas bilaterales y multilaterales Norte-Sur y Sur-Sur que contribuyan a fomentar las capacidades en materia de ciencia, tecnología e innovación para la resiliencia, en particular mediante la ciencia ciudadana;

b) Promueva diversos tipos de ciencia, tecnología e innovación eficaces para construir comunidades resilientes y dé a conocer experiencias, casos y paradigmas de éxito prácticos y avanzados de resiliencia basada en la ciencia, la tecnología y la innovación a través de diversas formas de colaboración internacional y actividades de intercambio;

c) Promueva la ciencia ciudadana, entre otras cosas, utilizándola como una perspectiva desde la cual contribuir a los temas prioritarios;

d) Oriente a la comunidad mundial para que adopte políticas y estrategias que alienten a las mujeres y los jóvenes a participar en enfoques innovadores de la resiliencia, en particular a través de la ciencia ciudadana.
