

**Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo****26º período de sesiones**

Ginebra, 27 a 31 de marzo de 2023

Tema 3 b) del programa provisional

**Garantizar el agua potable y el saneamiento para todos:
una solución mediante la ciencia, la tecnología y la
innovación****Informe del Secretario General***Resumen*

En este informe se examinan la función y el potencial de la ciencia, la tecnología y la innovación como catalizadores esenciales del cambio en la consecución mundial del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, que consiste en garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. En él se destaca la arraigada relación entre estos dos elementos y se analiza cómo la ciencia, la tecnología y la innovación pueden contribuir significativamente a superar las dificultades persistentes que impiden alcanzar el Objetivo 6, centrándose en la distribución y el suministro de agua potable y saneamiento, la gestión integrada de los recursos hídricos y la lucha contra las desigualdades en este ámbito, especialmente en lo relativo al género. También se pone de relieve el potencial de las tecnologías de frontera.

El informe concluye con propuestas para los Estados miembros y la comunidad internacional, como, por ejemplo, la necesidad de enmarcar la ciencia, la tecnología y la innovación en políticas prudentes y adaptadas al contexto para aplicar soluciones con éxito. También se propone adoptar soluciones descentralizadas y tomar en consideración los nexos entre el agua y otros sectores. La comunidad internacional puede ayudar de forma considerable a los países a alcanzar el Objetivo 6, sobre todo compartiendo conocimientos y saberes tecnológicos a través de mecanismos de intercambio y desarrollando mecanismos financieros innovadores para apoyar proyectos relacionados con el agua y el saneamiento en los países en desarrollo.



Introducción

1. En su 25º período de sesiones, celebrado en abril de 2022, la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo seleccionó “Garantizar el agua potable y el saneamiento para todos: una solución mediante la ciencia, la tecnología y la innovación” como uno de sus temas prioritarios para el período entre sesiones 2022-2023.
2. La secretaría de la Comisión convocó una reunión de expertos entre períodos de sesiones los días 25 y 26 de octubre de 2022 para contribuir a una mejor comprensión de este tema y brindar asistencia a la Comisión en sus deliberaciones durante su 26º período de sesiones. El presente informe se basa en el documento temático preparado por la secretaría, las conclusiones de la reunión de expertos, los estudios monográficos de países aportados por los miembros de la Comisión, la bibliografía sobre el tema y otras fuentes¹.
3. El acceso al agua y al saneamiento es un derecho humano básico. Se ha avanzado considerablemente en la consecución del Objetivo 6, pero hay motivos de preocupación y se necesitan soluciones que aceleren el progreso y garanticen que nadie se quede atrás. Para aplicar soluciones, son esenciales ciertos factores, como una mejora de las políticas y la gobernanza, más financiación, mejores infraestructuras y datos de mayor calidad para tomar mejores decisiones. Además, la ciencia, la tecnología y la innovación pueden desempeñar un papel especialmente importante. Actualmente los países prestan más atención al desarrollo y despliegue de nuevas tecnologías y procesos, y las nuevas aplicaciones tienen el potencial de aumentar la eficiencia y la eficacia de los sistemas de agua y saneamiento existentes, para garantizar el agua y el saneamiento para todos.

I. Obstáculos persistentes que dificultan garantizar el agua potable y el saneamiento para todos

4. El agua potable y el saneamiento, tal como se formulan en el Objetivo 6, son un componente clave de la agenda mundial para el desarrollo. Debido a la función esencial que desempeñan el agua y el saneamiento en prácticamente todos los aspectos de la vida, el resto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible dependen en cierto modo de la consecución del Objetivo 6. A modo de ejemplo, cabe mencionar la importancia crucial del agua y el saneamiento en la consecución de la buena salud y el bienestar, la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas, la seguridad alimentaria y la energía sostenible y accesible, así como en la erradicación de la pobreza. Si se examina la situación global de los avances hacia el cumplimiento de las metas se aprecia que el mundo no va por buen camino para alcanzar el Objetivo 6 y que muchos países están retrocediendo. Los progresos en la consecución de todos los objetivos son lentos, pero hay dos esferas especialmente preocupantes.
5. En primer lugar, los progresos en el logro del acceso universal a servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento gestionados de forma segura (figura 1). En 2020, aunque la cifra había disminuido considerablemente, 2.000 millones de personas

¹ Se agradecen las contribuciones de los Gobiernos de Austria, Belarús, Belice, el Brasil, Camerún, China, Cuba, el Ecuador, Egipto, la Federación de Rusia, Filipinas, Gambia, Hungría, la India, el Japón, Kenya, Letonia, Omán, el Perú, la República Dominicana, Rumania, Sudáfrica, Suiza, Tailandia y Türkiye, así como del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el Instituto Internacional de Ordenación de los Recursos Hídricos (IWMI), la Entidad de las Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el Empoderamiento de las Mujeres (ONU-Mujeres), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNRISD), el Instituto de la Universidad de las Naciones Unidas de Medio Ambiente y Seguridad Humana (UNU-EHS), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial del Turismo (OMT). La documentación de la reunión de expertos entre períodos de sesiones puede consultarse en <https://unctad.org/meeting/cstd-2022-2023-inter-sessional-panel>. Nota: Todos los sitios web a los que se hace referencia en el presente informe se consultaron el 3 de enero de 2023.

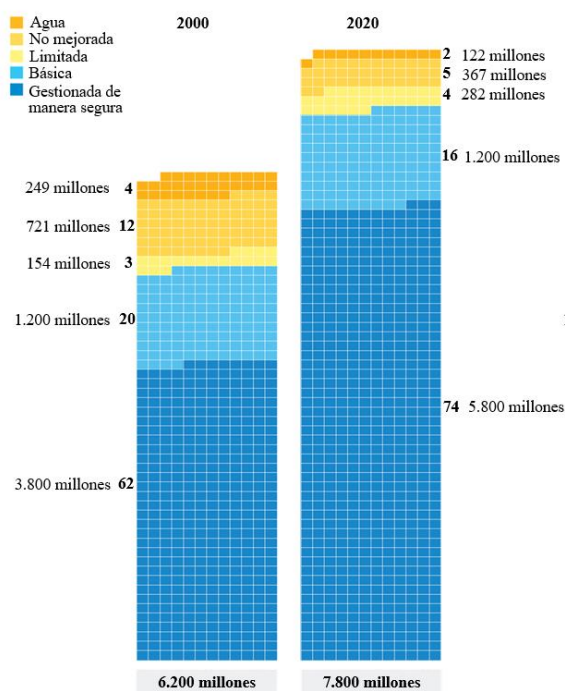
seguían careciendo de acceso al agua potable². Por entonces, se habían logrado avances más limitados en la mejora del acceso a un saneamiento seguro, al que podían acceder 2.400 millones de personas. Si se mantienen las tendencias actuales, en 2030 tan solo el 81 % de la población mundial tendrá acceso a agua gestionada de forma segura y el 67 %, a servicios de saneamiento³. Para alcanzar los objetivos correspondientes en 2030 sería preciso multiplicar por cuatro el ritmo actual de progreso.

Figura 1

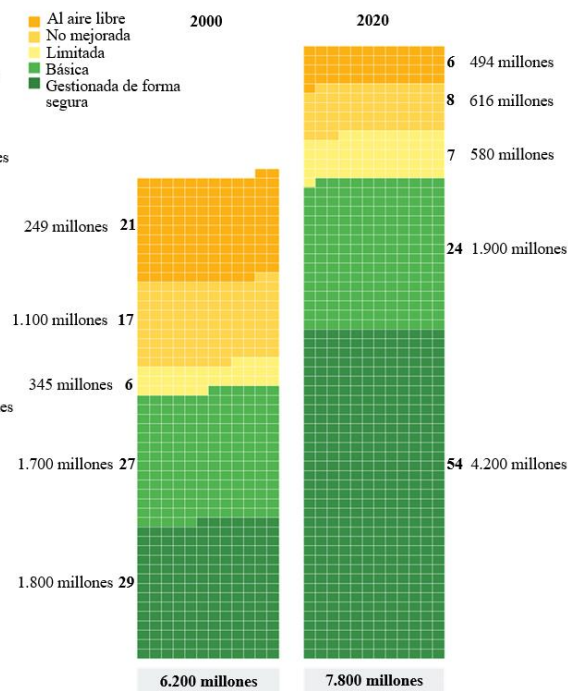
Tendencias en el acceso a los servicios de agua y saneamiento: porcentaje de la población mundial

(Número de personas y porcentaje)

a) Cobertura mundial de agua potable



b) Cobertura mundial de saneamiento



Fuente: OMS y UNICEF, 2021.

6. En segundo lugar, la implantación de una gestión integrada de los recursos hídricos, que es crucial para garantizar la sostenibilidad en materia hídrica. A escala mundial, es preciso duplicar el ritmo al que se está implantando la gestión integrada de los recursos hídricos, ya que 87 países siguen registrando una implantación entre baja y moderada⁴.

7. Un examen más detallado revela desigualdades en cuatro ámbitos diferentes. En primer lugar, existe una gran disparidad entre regiones. La más rezagada es África Subsahariana, región que cuenta con una cobertura de servicios de abastecimiento de agua potable del 30 % y de servicios de saneamiento seguro del 21 %. En Europa y Norteamérica, esta cobertura es del 96 % y en Australia y Nueva Zelanda, del 78 %.

8. En segundo lugar, existe disparidad entre países. Los más rezagados son los países menos adelantados, y los distintos países de una misma región presentan diferencias significativas. En 2020, casi la mitad de la población sin acceso a un abastecimiento básico

² Véase <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-all>.

³ Organización Mundial de la Salud (OMS) y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), 2021, *Progresos en materia de agua para consumo, saneamiento e higiene en los hogares 2000-2020. Cinco años después de la adopción de los ODS*, Ginebra.

⁴ PNUMA, 2021, *Progress on Integrated Water Resources Management: Global Indicator 6.5.1 Updates and Acceleration Needs*, Nairobi.

de agua potable vivía en los países menos adelantados, mientras que la mayor parte de la población de Europa y Norteamérica disponía, en general, de agua sin contaminantes. En Asia Oriental y Sudoriental, la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua potable era del 94 % en Malasia; en Camboya y la República Democrática Popular Lao, del 28 % y el 18 %, respectivamente. En América Latina, la cobertura era del 43 % en México; en Chile y el Ecuador, del 99 % y el 67 %, respectivamente⁵. En los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países de Asia Central y Meridional y de África Subsahariana hay un mayor porcentaje de la población que utiliza instalaciones de saneamiento *in situ* (sin alcantarillado).

9. En tercer lugar, existe disparidad dentro de los países, especialmente en lo que respecta a la cobertura urbana y rural, ya que las poblaciones rurales presentan niveles significativamente más bajos de acceso al agua potable y al saneamiento en comparación con las poblaciones urbanas. A escala mundial, en 2020, el 86 % de la población urbana tenía acceso a servicios de abastecimiento de agua potable, frente al 60 % de los habitantes de zonas rurales⁶. Las poblaciones urbanas también disponen de servicios de mejor calidad, ya que dos tercios están conectadas al alcantarillado, frente a una de cada siete personas en las zonas rurales, donde predominan las instalaciones de saneamiento *in situ*. Por ejemplo, en Rumania, que se encuentra entre los países con menor cobertura de la Unión Europea, con una tasa de conexión a los servicios de abastecimiento de agua del 72,4 % y a los de alcantarillado del 57,4 %, hay diferencias notables entre las zonas urbanas y las rurales, siendo las comunidades más pequeñas de las zonas rurales las que están más rezagadas⁷.

10. Por último, los grupos vulnerables, marginados y desfavorecidos, entre ellos las mujeres y las personas con discapacidad, se enfrentan a barreras adicionales que obstaculizan la accesibilidad, disponibilidad y calidad de los servicios⁸. Las mujeres y las niñas se ven afectadas de forma desproporcionada por las dificultades de acceso al agua y al saneamiento. Los largos desplazamientos para obtener agua o la necesidad de utilizar instalaciones de agua y saneamiento ubicadas en el exterior no solo requieren tiempo, sino que también pueden exponerlas a violencia física y sexual⁹. Las personas con discapacidad se encuentran con más dificultades para acceder al agua y al saneamiento. En los países en desarrollo, la mayoría de los aseos públicos no son accesibles para los usuarios de sillas de ruedas y, en los países desarrollados, el 69 % de los aseos públicos siguen sin serlo¹⁰.

11. El cambio climático plantea dificultades cada vez mayores para la consecución del Objetivo 6, dada su influencia en el sistema hidrológico de la Tierra. Las repercusiones para las reservas y la disponibilidad de agua dulce, así como para la salubridad y la calidad del agua, serán especialmente importantes a medida que se generalicen y sean más frecuentes los fenómenos meteorológicos extremos, en particular las sequías y las inundaciones. Por ejemplo, en el Camerún se ha observado una recurrencia atípica de fenómenos meteorológicos extremos, como vientos huracanados, temperaturas elevadas y períodos prolongados de sequía o lluvias torrenciales, que ponen en peligro a las comunidades humanas y los ecosistemas¹¹.

⁵ OMS y UNICEF, 2021; Contribución del Gobierno del Ecuador.

⁶ OMS y UNICEF, 2021.

⁷ Contribución del Gobierno de Rumania.

⁸ Véase <https://www.unwater.org/publications/eliminating-discrimination-and-inequalities-access-water-and-sanitation>.

⁹ G. M. Assefa, S. Sherif, J. Sluijs, M. Kuijpers, T. Chaka, A. Solomon, Y. Hailu y M. D. Muluneh, 2021, "Gender equality and social inclusion in relation to water, sanitation and hygiene in the Oromia region of Ethiopia", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8); N. Scherer, I. Mactaggart, C. Huggett, P. Pheng, M. Rahman, A. Biran y J. Wilbur, 2021, "The inclusion of rights of people with disabilities and women and girls in water, sanitation and hygiene policy documents and programmes of Bangladesh and Cambodia: Content analysis using Equi Frame", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10).

¹⁰ Véase <https://www.un.org/development/desa/disabilities/publication-disability-sdgs.html>.

¹¹ Contribución del Gobierno del Camerún.

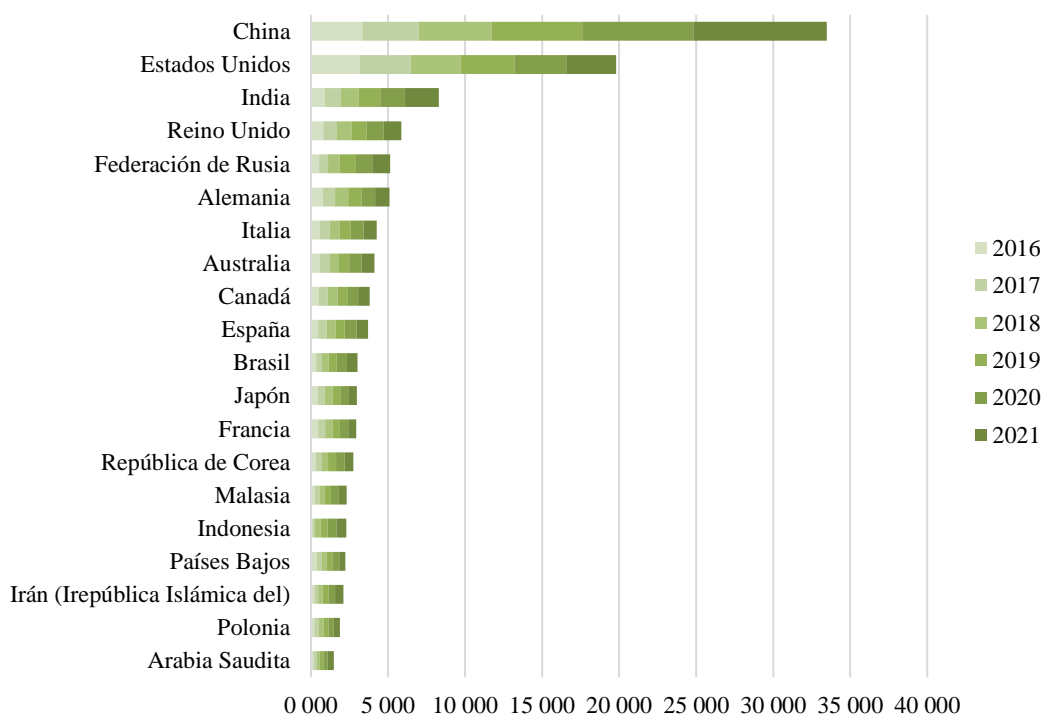
II. Aplicaciones de la ciencia, la tecnología y la innovación en el agua y el saneamiento

12. Se necesitan urgentemente soluciones para acelerar los progresos en la consecución del Objetivo 6, en cuyo desarrollo y aplicación resultan fundamentales la ciencia, la tecnología y la innovación. Se hacen contribuciones en los siguientes tres ámbitos, que están relacionados entre sí: la ciencia analítica centrada en la investigación y el aumento de los conocimientos; las soluciones a través de la invención tecnológica y las innovaciones que dan respuesta a problemas; y la implementación mediante la incorporación y la aplicación a mayor escala de esas soluciones. Es esencial que se reconozca el amplio espectro de la innovación. Por lo general, se presume que la innovación es principalmente tecnológica, pero, si bien la innovación tecnológica contribuye de forma inestimable a la consecución del Objetivo 6, resulta insuficiente por sí sola. Para obtener efectos reales y duraderos se requiere un espectro más amplio de innovación, a saber, en los procesos operativos (innovación de procesos), en las políticas y la gobernanza, para poder poner en marcha nuevas soluciones de forma más rápida y sostenible (innovación en materia de políticas) y en lo relativo a un enfoque social y unos resultados que reconozcan que la gestión del agua debe centrarse en las personas y funcionar en entornos sociales y culturales particulares (innovación social).

13. La ciencia analítica es un componente esencial de los conocimientos necesarios para abordar los retos relacionados con el agua y el saneamiento y constituye la base del desarrollo de soluciones. Existe un gran repositorio de información y conocimientos en artículos académicos e informes, pero la producción de conocimientos se concentra en unos pocos países, ya que casi el 50 % de las publicaciones mundiales se producen en China, los Estados Unidos de América, la Federación de Rusia, la India y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte (figura 2). La mayoría de los países en desarrollo se enfrentan a grandes dificultades para alcanzar el Objetivo 6 y no tienen ni una producción ni un consumo relevantes de conocimientos relacionados; un factor importante a este respecto es la limitada capacidad institucional e individual para estar al tanto de los nuevos conocimientos y productos del conocimiento, así como para acceder a ellos. Por consiguiente, urge reforzar el intercambio de conocimientos con los países en desarrollo.

Figura 2

Los 20 primeros países por número de publicaciones sobre ciencia, tecnología e innovación y relacionadas con el agua



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de Scopus.

14. Con la rápida producción de nuevos conocimientos que responden a las necesidades de la población en lo que a agua y saneamiento se refiere, en los últimos años se ha avanzado mucho en soluciones tecnológicas e innovadoras en estos sectores. Multitud de tecnologías y prácticas innovadoras están contribuyendo a superar las dificultades en todos los eslabones de la cadena de valor del agua y el saneamiento. La clave está en ampliar e intensificar la aplicación de soluciones probadas allí donde sea necesario y adecuado. Los mecanismos de financiación innovadores, mediante la financiación combinada o las alianzas público-privadas, son importantes no solo para fomentar y desarrollar soluciones tecnológicas e innovadoras, sino también para aplicarlas en los países en desarrollo.

A. Agua potable y saneamiento

15. El acceso al agua potable y al saneamiento presenta dificultades en todos los países en desarrollo, pero distintos países y distintas zonas dentro de un mismo país tienen prioridades particulares. En algunos, es necesario aumentar el número de infraestructuras relacionadas con el agua o encontrar recursos hídricos, debido al estrés hídrico, y en otros, puede haber disponibilidad de recursos hídricos pero se plantean problemas por las infraestructuras obsoletas, los niveles excesivos de consumo de agua o la polución y la contaminación. El acceso al saneamiento presenta un panorama más uniforme y depende mucho menos del contexto, ya que requiere sobre todo que se establezcan instalaciones de saneamiento adecuadas. Esto puede resultar costoso, y la mejor manera de hacerlo, sobre todo en lo que respecta al tratamiento de los desechos, varía en función del contexto. Actualmente se dispone de numerosas tecnologías y hay prácticas innovadoras que pueden contribuir a superar las dificultades relacionadas con el agua y el saneamiento.

1. Accesibilidad del agua limpia

16. En general, las ciudades y los pueblos de los países en desarrollo disponen de agua corriente, potable y salubre, gracias a plantas de tratamiento centralizadas que purifican el agua para hacerla potable. Sin embargo, en el resto del mundo, los barrios marginales periurbanos y las comunidades de las zonas rurales no tienen acceso a ella, y se calcula que 2.000 millones de personas carecen de acceso a agua potable gestionada de forma segura en sus hogares¹². Además, se ha avanzado mucho en la mejora del tratamiento del agua mediante el uso de la nanotecnología, los filtros cerámicos y el diseño de procesos inteligentes, así como una mayor eficiencia en el uso de la energía y los productos químicos, pero en muchas partes del mundo no se tiene acceso a estas soluciones tecnológicas e innovadoras. Se calcula que en la actualidad el 80 % de las aguas residuales vuelven a las fuentes de agua dulce sin tratar, lo que incrementa considerablemente el riesgo de transmisión de enfermedades por el agua y de que se produzcan daños debidos a contaminantes químicos y de otro tipo¹³.

17. Varios actores se esfuerzan por aportar soluciones tecnológicas e innovadoras que permitan extraer y producir agua limpia para las poblaciones desabastecidas de forma sencilla, barata y descentralizada. En muchos casos, para ello se utiliza un sistema sencillo de filtración o desalinización, entre otros métodos. Por ejemplo, en Kenya, Give Power utiliza sistemas que convierten el agua salada o salobre en agua potable limpia mediante tecnología avanzada de filtración y desalinización alimentada por energía solar, principalmente en Kiunga, una comunidad pesquera de unos 3.500 habitantes, ubicada en una región extremadamente árida¹⁴. En Sudáfrica, los sistemas de punto de uso combinan la floculación, la coagulación, la filtración y la destilación para suministrar agua potable y limpia para el consumo y otros usos¹⁵. Swiss Fresh Water distribuye pequeños sistemas de desalinización de bajo costo para tratar agua salada o salobre, que utilizan mecanismos de control basados en sensores e Internet de los objetos; en el período 2012-2019, abasteció de agua limpia

¹² Véase https://www.cdc.gov/healthywater/global/wash_statistics.html.

¹³ Véase <https://www.unep.org/explore-topics/water/what-we-do/tackling-global-water-pollution>.

¹⁴ Contribución del Gobierno de Kenya.

¹⁵ C. K. Pooj y H. Y. Ng, 2018, "Review of low-cost point-of-use water treatment systems for developing communities", *Nature Partner Journals Clean Water*, 1.

a 225.000 personas en el Senegal, a un costo entre 3 y 10 veces menor que el del agua mineral embotellada¹⁶.

18. Los sistemas innovadores de suministro de agua que no requieren altos niveles de tecnología pueden ser eficaces para abastecer de agua a las poblaciones desfavorecidas, por ejemplo en los barrios marginales, en los que vive alrededor de una cuarta parte de la población urbana mundial y donde el acceso al agua y al saneamiento plantea graves dificultades¹⁷. Por ejemplo, en Kenya, en lo que se considera el mayor barrio marginal de África Oriental, una organización no gubernamental ha desarrollado un sistema innovador de abastecimiento de agua que se vale de una tubería aérea y distribuye el agua a través de una red de quioscos, un planteamiento que sortea el complicado y costoso obstáculo logístico que supone tender tuberías por un asentamiento no planificado densamente poblado; el sistema ha beneficiado a unas 250.000 personas en un área periurbana de 2,5 km²¹⁸.

2. Accesibilidad del saneamiento

19. Para alcanzar con éxito las metas del Objetivo 6 relacionadas con el saneamiento es esencial acabar con la defecación al aire libre. En muchos países en desarrollo es una tarea difícil, sobre todo en las zonas rurales, debido a que resulta complicado financiar la construcción de aseos adecuadamente equipados y a la ausencia generalizada en las comunidades de concienciación sobre las implicaciones sanitarias y medioambientales de la defecación al aire libre. Sin embargo, está lejos de ser imposible. Por ejemplo, en la India, la Misión Swachh Bharat, combinando tecnología moderna y gobernanza innovadora con compromisos de liderazgo al más alto nivel político, ha conseguido proporcionar un servicio de saneamiento básico a un gran número de personas; en diversos estudios se han verificado los beneficios netos positivos que han tenido estas acciones, utilizando una serie de indicadores, en particular, la mejora del estado de salud de la población abastecida¹⁹.

20. Las cisternas de los inodoros suponen el 30 % del consumo doméstico de agua²⁰. Todas las soluciones de saneamiento que utilizan el alcantarillado requieren un procesamiento en plantas de tratamiento de agua. Así, las tecnologías que permiten ahorrar agua en los inodoros pueden generar un ahorro sustancial de agua y evitar la contaminación de las vías fluviales, al tiempo que ofrecen oportunidades adicionales al convertir los desechos humanos en energía o en fertilizantes orgánicos para los cultivos. En este sentido, en 2011 se puso en marcha una campaña de alianza mundial que aspira a “reinventar el inodoro” financiando la investigación y el desarrollo y fomentando la comercialización de soluciones que no dependan del alcantarillado, para lo cual las propuestas deben usar una cantidad reducida de agua o no utilizarla en absoluto, así como permitir el tratamiento local seguro de los desechos²¹. Una de las entidades que recibió asistencia de este proyecto, una empresa emergente de Suecia, inventó un inodoro portátil fácil de instalar, que no produce olores, no utiliza agua, no necesita alcantarillado, energía ni un mantenimiento complejo, puede usarse de forma temporal o permanente y se vale de un cultivo bacteriano especialmente formulado para tratar los desechos humanos y transformarlos en fertilizante líquido natural que puede emplearse para mejorar la producción agrícola²². Desde hace tiempo se utilizan ampliamente soluciones de inodoros portátiles como aseos temporales en eventos de corta duración. Tras varios años de innovaciones graduales y mejoras en el diseño, actualmente los inodoros portátiles aportan ventajas como la correcta eliminación de los

¹⁶ Contribución del Gobierno de Suiza.

¹⁷ Véase <https://www.habitatforhumanity.org.uk/blog/2017/12/the-worlds-largest-slums-dharavi-kibera-khayelitsha-neza/>.

¹⁸ Véase <https://www.theguardian.com/global-development-professionals-network/2016/oct/06/aerial-water-cartel-slum-kenya>.

¹⁹ G. Dandabathula, P. Bhardwaj, M. Burra, P. V. V. P. Rao, y S. S. Rao, 2019, “Impact assessment of India’s Swachh Bharat Mission: Clean India Campaign on acute diarrheal disease outbreaks – Yes, there is a positive change”, *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(3): 1202–1208.

²⁰ M. Madzia, 2019, “Reduction of treated water use through application of rainwater tanks in households”, *Journal of Ecological Engineering*, 20(9): 156–161.

²¹ Véase <https://www.gatesfoundation.org/our-work/programs/global-growth-and-opportunity/water-sanitation-and-hygiene/reinvent-the-toilet-challenge-and-expo>.

²² Contribución de la Organización Mundial del Turismo.

desechos y un menor consumo de agua; algunos no utilizan nada de agua. Esto aumenta su atractivo como soluciones más permanentes con miras a lograr el acceso universal al saneamiento, además de crear oportunidades de empleo y desarrollo empresarial.

21. Los inodoros e instalaciones reinventados aportan soluciones en dos sentidos: por un lado, pueden servir como solución acelerada para subsanar carencias en materia de saneamiento en relación con los Objetivos; por otro, el bajo consumo de agua o la ausencia de consumo también resultan ventajosos en el contexto de la escasez de agua, que se está convirtiendo en un fenómeno mundial. Son una medida de adaptación fundamental en el contexto del aumento del estrés hídrico, a medida que los efectos del cambio climático se van acentuando. Además, ofrecen una alternativa con bajas emisiones de carbono al saneamiento tradicional, en consonancia con el objetivo de aumentar la resiliencia climática a escala mundial. En los países en desarrollo, no siempre se dispone de sistemas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales, por lo que se precisan depuradoras que sean fáciles de instalar. Con las plantas modulares de tratamiento de aguas residuales de pequeño tamaño o las estaciones depuradoras independientes, la innovación llega a zonas que carecen de sistemas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales, lo que beneficia tanto a la salud humana como al medio ambiente. Por ejemplo, en Malasia se ha puesto en marcha en un pueblo costero un proyecto que busca reducir la contaminación por aguas residuales; un agua de mejor calidad puede sustentar las economías relacionadas con el mar, y se espera que el proyecto contribuya a la elaboración de políticas que permitan preservar a largo plazo la calidad de las aguas costeras y luchar contra la contaminación por aguas residuales²³.

3. Efectos del cambio climático en el abastecimiento de agua: mitigación y adaptación

22. Las inundaciones y sequías provocadas por el cambio climático, que, como se comprobó en 2022, afectan ya a todos los continentes, figuran entre los fenómenos más críticos que influyen en la disponibilidad de recursos hídricos y, a su vez, en el suministro adecuado de agua limpia para fines de consumo y saneamiento. Se prevé que la escasez de agua aumente debido al cambio climático. Más de 1.700 millones de personas viven actualmente en cuencas fluviales donde el uso de agua supera la recarga. Los países en desarrollo se enfrentan a problemas de escasez de agua cada vez mayores, por ejemplo, Türkiye, que, a menos que los recursos hídricos se utilicen de forma más eficaz y eficiente, es probable que se convierta en un país con escasez de agua en la década de 2030²⁴.

23. En 2021, una encuesta realizada a líderes en el ámbito de la gestión del agua de 86 países, cuyas poblaciones suman más de 6.000 millones de habitantes, mostró que el cambio climático se percibía como el principal riesgo en la gestión del agua; el 80 % de los encuestados clasificó el cambio climático entre los tres principales riesgos percibidos. La gestión de la demanda de agua, la reducción de las pérdidas de agua y la reutilización de las aguas residuales tratadas son fundamentales para mitigar y gestionar los riesgos del cambio climático. Además, dado que el sector hídrico es el más importante en la mejora de la resiliencia climática de las comunidades y los ecosistemas, es importante que los responsables nacionales de la planificación y la toma de decisiones en materia climática integren la gestión del agua en las respuestas establecidas en los planes nacionales de adaptación y en las contribuciones determinadas a nivel nacional²⁵.

24. Los países están redoblando sus esfuerzos y compromisos para hacer frente a los problemas de abastecimiento de agua debidos al cambio climático. Por ejemplo, en Austria se utiliza el análisis geoelectrónico en zonas en las que es importante conocer las reservas de agua del subsuelo y sus cambios, como la demarcación de zonas de corrimiento de tierras, el desarrollo de sistemas de alerta temprana y la exploración de aguas subterráneas; a través del programa Geo Sphere se está explorando una combinación de herramientas de análisis meteorológico-climatológico y geológico-geofísico. En el Brasil se han puesto en marcha políticas e iniciativas públicas específicas para reducir las pérdidas en el sistema de

²³ Contribución del PNUMA.

²⁴ Contribución del Gobierno de Türkiye.

²⁵ Véase <https://www.adelphi.de/en/publication/stop-floating-start-swimming> y <https://www.alliance4water.org/wateringthendcs>.

abastecimiento de agua. En la India, a fin de promover el abastecimiento de agua a partir de fuentes sostenibles, así como el reciclaje y la reutilización de agua, el Gobierno ha puesto en marcha la Iniciativa de Tecnología del Agua, que hasta la fecha ha beneficiado a 200.000 personas²⁶.

25. Al cruzar los datos meteorológicos y climáticos con los relativos a la saturación del subsuelo se genera un gran potencial de innovación, sobre todo con miras a evaluar los efectos del cambio climático en la disponibilidad futura de los recursos de aguas subterráneas. Así pues, los enfoques hidrogeológicos con un fuerte componente climatológico pueden ser eficaces en la mitigación y adaptación ante el cambio climático. Los sistemas de alerta temprana facilitan el desarrollo de mecanismos de preparación y respuesta ante desastres naturales. Los sistemas innovadores de bajo nivel tecnológico, en los que se combina la participación de la comunidad y la ciencia ciudadana con mayores niveles de participación de entidades comunitarias y asociaciones eficaces, pueden tener efectos positivos. Por ejemplo, en Sudáfrica, en abril de 2022, el uso de un sistema comunitario de alerta temprana de inundaciones logró que no se perdiera ninguna vida durante un fenómeno meteorológico conocido como “bomba de lluvia”²⁷.

26. Los desastres naturales suelen desembocar en desastres relacionados con el agua, que a menudo traspasan las fronteras y requieren una intensa cooperación regional. En el sistema de las Naciones Unidas, las comisiones regionales y varios organismos han desarrollado programas para promover soluciones tecnológicas e innovadoras para generar resiliencia ante los desastres relacionados con el agua. Por ejemplo, la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico promueve la cooperación regional a través de un mecanismo de vigilancia de la sequía desde el espacio, que proporciona a los países participantes acceso oportuno y gratuito a los datos y apoyo para el fomento de la capacidad. La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres está tratando de fomentar las sinergias entre las actividades de reducción del riesgo de desastres, lo que incluye ofrecer sistemas de alerta temprana en caso de inundaciones y sequías que afecten al abastecimiento de agua a nivel nacional y regional. 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 desastres²⁸.

4. Recopilación de datos y predicciones meteorológicas para lograr la seguridad en materia de agua y saneamiento

27. La inadecuada calidad del agua sigue planteando importantes amenazas para la salud humana. Se precisa una vigilancia continua para controlar las características del agua; identificar patrones, tendencias y problemas emergentes; determinar si están funcionando los programas de control de la contaminación; diseñar mejor las medidas de control de la contaminación; y hacer frente con eficacia a las emergencias, como inundaciones y derrames. La metodología tradicional de control, en la que se toman muestras de agua *in situ* y se realizan análisis de laboratorio, aunque es precisa, resulta costosa y requiere mucho tiempo, además de que evalúa la situación únicamente en el momento y lugar en que se obtienen las muestras.

28. Las soluciones tecnológicas e innovadoras ofrecen vías para garantizar la calidad y salubridad del agua de forma más barata y eficiente, como se ha demostrado en diversas regiones y países. Por ejemplo, en América Central y del Sur, gracias a una iniciativa conjunta de varios Estados se ha creado una herramienta en línea de información actualizada y verificada sobre los servicios rurales existentes en materia de abastecimiento de agua y saneamiento, a fin de mejorar la cooperación transfronteriza entre países que tienen sistemas

²⁶ Contribuciones de los Gobiernos de Austria, el Brasil y la India.

²⁷ Véase <https://theconversation.com/early-warnings-for-floods-in-south-africa-engineering-for-future-climate-change-181556>.

²⁸ UNCTAD, 2019, *La función de la ciencia, la tecnología y la innovación en la creación de comunidades resilientes, incluso mediante la contribución de la ciencia ciudadana* (publicación de las Naciones Unidas, Ginebra).

rurales de agua y saneamiento similares²⁹. En Egipto se ha puesto en marcha un sistema en línea que permite controlar la carga de contaminantes en los vertidos de aguas residuales de las empresas³⁰. En la mayoría de los países en desarrollo, el rápido crecimiento de la población, que no ha ido acompañado de un desarrollo paralelo de las infraestructuras urbanas de tratamiento de aguas, plantea problemas a las empresas de servicios públicos, que no pueden mantener adecuadamente los sistemas. Los sistemas de vigilancia en línea alivian la carga de las autoridades competentes que necesitan controlar periódicamente la calidad del agua potable y del agua ambiente; facilitan la predicción meteorológica y la gestión de incidentes que afecten a la calidad de las cuencas hidrográficas; y reducen los tiempos de respuesta de las intervenciones.

29. Las interacciones entre la calidad del agua y la hidrología, la hidrodinámica, la morfología y la ecología son complejas, y la protección de las fuentes de agua es esencial para garantizar su calidad. Por ejemplo, en China se ha empezado a aplicar sistemáticamente un enfoque centrado en la tecnología para proteger las fuentes de agua, que comprende la realización de estudios medioambientales de las zonas en que se encuentran las fuentes y análisis de los orígenes de la contaminación y los riesgos que plantea, así como el uso de métodos de delimitación de zonas. La teleobservación por satélite ofrece información de alta resolución sobre la distribución espacial de los factores de riesgo en las zonas en que se encuentran las fuentes del agua y, mediante la vigilancia automática en esas zonas, se lleva a cabo la alerta temprana y la vigilancia en línea en tiempo real de determinados contaminantes, como metales pesados y compuestos orgánicos volátiles, en lugar de utilizar los parámetros de control tradicionales, menos precisos³¹. En Hungría, se ha desarrollado un sistema de vigilancia de las precipitaciones urbanas de quinta generación y alta resolución, basado en estudios sobre sistemas fluviales y lacustres, que abarca la red de abastecimiento de agua potable, junto con modelos hidrodinámicos, a fin de controlar los procesos de tratamiento biológico de las aguas residuales³².

30. La posibilidad de desarrollar modelos sumamente precisos aumenta la capacidad de los encargados de formular políticas para anticiparse a los efectos de las decisiones. Por ejemplo, el Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNRISD) ha financiado y ha comenzado a desarrollar un indicador del desempeño en materia de desarrollo sostenible, que se adapta al contexto y se centra en el uso sostenible del agua en las instalaciones. Este indicador proporciona un método para asignar de manera sostenible el agua a las empresas en función del contexto hidrológico, económico y demográfico de sus instalaciones, con un costo reducido y con la posibilidad de aplicarlo a mayor escala. Su sencillez permite aplicarlo con facilidad a mayor escala y difundirlo ampliamente entre las empresas o los Gobiernos³³.

B. Soluciones tecnológicas e innovadoras para la gestión integrada de los recursos hídricos

31. El agua es un motor clave del desarrollo social y económico. Es fundamental para el mantenimiento y la integridad del entorno natural. Como recurso natural vital, el agua no debe considerarse de forma aislada. La gestión integrada de los recursos hídricos tiene en cuenta a los distintos usuarios y usos del agua con miras a promover efectos positivos de índole social, económica y medioambiental en todos los niveles. Los Gobiernos y los actores del sector privado se enfrentan a dificultades cada vez mayores a la hora de decidir cómo se asigna el agua y deben repartir un suministro cada vez más reducido en función de una demanda que crece a medida que los cambios demográficos y climáticos agravan el estrés hídrico. Ya no es viable emplear el enfoque de gestión tradicional, que se caracteriza por su fragmentación, y resulta fundamental aplicar un planteamiento más holístico. Las soluciones tecnológicas e innovadoras permiten a las distintas partes interesadas, desde las entidades de

²⁹ Véase <https://globalsiasar.org>.

³⁰ Contribución del Gobierno de Egipto.

³¹ Contribución del Gobierno de China.

³² Contribución del Gobierno de Hungría.

³³ Contribución del UNRISD.

abastecimiento de agua hasta las empresas y los ciudadanos, aplicar una gestión del agua basada en datos, más eficiente.

1. Sistemas de observación hidrológica

32. Los datos hidrológicos ayudan a describir los ciclos hidrológicos y pueden utilizarse para gestionar mejor los recursos hídricos, ya que aportan información sobre la cantidad y la calidad del agua, lo que mejora el suministro y la investigación. Por ejemplo, el sistema de observación hidrológica de código abierto de la Organización Meteorológica Mundial, que recopila datos hidrometeorológicos fiables utilizando macrodatos e inteligencia artificial, es una herramienta que puede utilizarse en la planificación de los recursos hídricos y la toma de decisiones, por ejemplo para los sistemas de alerta temprana de inundaciones y sequías, para la integración en aplicaciones y servicios hidrológicos y climáticos y para la investigación; se ha utilizado en tres proyectos en la cuenca ártica, en la República Dominicana y en la cuenca del Río de la Plata por parte de la Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia, el Brasil, el Paraguay y el Uruguay³⁴.

2. El nexo entre agua, energía y agricultura

33. El sector hídrico es uno de los más antiguos usuarios y productores de energía. El agua es un insumo en casi toda la producción, ya sea agrícola o industrial. Esto genera una red de interdependencias, limitaciones, sinergias y competencias por los recursos, que son un factor clave en numerosos retos acuciantes que se plantean a escala mundial³⁵. Así pues, el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos a través de enfoques basados en el nexo resultan fundamentales para el crecimiento sostenible y la mitigación de la pobreza. Por lo que respecta al nexo con la energía, la hidroeléctrica es una de las inversiones preferidas, ya que, además de producir energía, la mayoría de los proyectos hidroeléctricos crean mecanismos de almacenamiento de agua y control de inundaciones y promueven el desarrollo agrícola, industrial y urbano. El potencial de estos proyectos de generación de energía ha aumentado considerablemente gracias a los avances de la ciencia, la tecnología y la innovación.

34. Se han instalado sistemas de agua y saneamiento alimentados por energía solar para aprovechar el potencial de este nexo. Por ejemplo, en Etiopía, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), adoptando tecnologías innovadoras del Japón, ha instalado un sistema de filtración alimentado por energía solar en una zona rural, para suministrar agua limpia en condiciones de igualdad y equidad de género, fomentando el desarrollo de la capacidad técnica de la comunidad para manejar de forma autónoma el sistema y la mejora de la concienciación en materia de salud pública. En Letonia, se han utilizado recursos energéticos renovables, en particular plantas de energía solar, para producir electricidad destinada al autoconsumo de las empresas de abastecimiento de agua, con lo que se ha reducido el gasto en energía y, por consiguiente, el precio del agua, al tiempo que se ha acrecentado el interés de los consumidores por la distribución centralizada de agua³⁶.

35. La agricultura representa el 70 % de la extracción de agua en todo el mundo. En 2050, el crecimiento demográfico y los objetivos climáticos exigirán que la agricultura mundial produzca un 70 % más de alimentos y, en este contexto, la producción en los países en desarrollo deberá casi duplicarse³⁷. Ello requiere o bien un aumento de la cantidad de agua extraída para regar en el sector agrícola a costo de oportunidad en relación con otros usos, en particular para beber pero también para la industria, o bien una mejora de la eficiencia en el uso agrícola del agua, por ejemplo aplicando al agua enfoques de la economía circular. La creciente demanda de agua ya ha intensificado la competencia por los recursos hídricos por

³⁴ E. Boldrini, S. Nativi, S. Pecora, I. Chernov y P. Mazzetti, 2022, "Multi-scale hydrological system-of-systems realized through World Meteorological Organization Hydrological Observing System: The brokering framework", *International Journal of Digital Earth*, 15(1): 1259-1289. Véase <https://public.wmo.int/en/our-mandate/water/whos>.

³⁵ Véase <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb00000015MLgEAM>.

³⁶ Contribuciones del Gobierno de Letonia y de la ONUUDI.

³⁷ Véase https://www.fao.org/fileadmin/templates/wfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf.

parte de los usuarios agrícolas, industriales y domésticos, lo que ha ejercido una mayor presión en los ecosistemas acuáticos y de humedales.

36. Un proyecto de energía agrofotovoltaica en Gambia y Malí ofrece un ejemplo del uso de la ciencia, la tecnología y la innovación en la gestión del agua para garantizar la seguridad alimentaria. Este proyecto utiliza sistemas de energía solar para mejorar el acceso al agua, no solo para beber sino también para la agricultura, a fin de garantizar la seguridad alimentaria, y se espera que maximice la eficiencia y la sostenibilidad en el uso del agua mediante sistemas inteligentes que incorporan sensores inteligentes, microcontroladores e Internet de los objetos. El acceso a los datos en tiempo real facilita el seguimiento de la meteorología, la demanda de agua y su asignación en la agricultura³⁸.

37. El uso ineficiente del agua, su contaminación, el cambio climático y la creciente demanda mundial de agua ejercen presión en la agricultura, tanto entre los productores comerciales como entre los pequeños agricultores. Por ejemplo, en la Federación de Rusia, el Gobierno ha puesto en marcha Planes de Uso Integrado y Protección de las Masas de Agua, aplicando a la gestión del agua planteamientos científicos y tecnológicos; estos planes evalúan la carga antropogénica admisible en las masas de agua e identifican las necesidades futuras de recursos hídricos y las acciones necesarias para proteger los embalses³⁹. En Suiza, la Agencia para el Desarrollo y la Cooperación aprovecha las experiencias en este ámbito aportando 5,5 millones de francos suizos para apoyar proyectos en África relacionados con la gestión ecológicamente sostenible del agua en los sistemas agrarios y alimentarios de pequeños productores⁴⁰.

3. Innovación social y economía circular

38. La innovación tecnológica es importante para ayudar a los países a llevar a cabo una gestión integrada de los recursos hídricos con eficiencia y eficacia, pero también se necesita innovación social para que la gestión sea sostenible. Por ejemplo, en Kenya, la innovación social impulsó el desarrollo de una solución participativa para mejorar el acceso al agua limpia en los asentamientos informales de Nairobi; la iniciativa hace hincapié en la gobernanza conectada con la base, mediante la colaboración entre grupos comunitarios y una organización de derechos humanos, para negociar con los organismos estatales la prestación de servicios abastecimiento de agua y saneamiento y ofrecer campañas comunitarias de concienciación y talleres de movilización que tengan que ver con la formación técnica y la construcción de infraestructuras⁴¹.

39. Cada vez se presta más atención a los planteamientos de la economía circular aplicados al agua y el saneamiento, ya que permiten a los países ir más allá de un paradigma que define los recursos hídricos en referencia al agua dulce. Utilizando recursos de aguas residuales adecuadamente tratadas, especialmente para la agricultura, la aplicación de planteamientos de la economía circular aumenta considerablemente los elementos que componen la base de los recursos hídricos. En un contexto de creciente estrés hídrico debido al cambio climático y a los cambios demográficos, ese aumento resulta fundamental para aprovechar al máximo unos recursos hídricos limitados y gestionarlos de forma que se satisfagan mejor las necesidades contrapuestas. Sin embargo, este enfoque requiere condiciones financieras, institucionales, medioambientales, técnicas, sociales y sanitarias diferentes. Una gestión y una gobernanza innovadoras en lo relativo al agua requieren tanta atención como la que se presta a las infraestructuras⁴².

³⁸ Contribución del Instituto de la Universidad de las Naciones Unidas de Medio Ambiente y Seguridad Humana (UNU-EHS).

³⁹ Contribución del Gobierno de la Federación de Rusia.

⁴⁰ Véase <https://www.eda.admin.ch/deza/en/home/themes-sdc/water/water-people.html>.

⁴¹ E. Wamuchiru y F. Moulart, 2017, "Thinking through Almolin: The community biocentre approach in water and sewerage service provision in Nairobi's informal settlements", *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(12): 2166–2185.

⁴² Contribución del Instituto Internacional de Ordenación de los Recursos Hídricos (IWMI).

C. Soluciones tecnológicas e innovadoras para la igualdad de género

40. Las cuestiones relacionadas con el agua y el saneamiento tienen un impacto adverso y desproporcionado sobre las mujeres y las niñas. En los países en desarrollo, normalmente son ellas las responsables de obtener el agua, lo que puede constituir una tarea peligrosa y que requiere mucho tiempo y esfuerzo físico⁴³. Según los estudios, en algunos países el desplazamiento medio hasta la fuente de agua más cercana lleva más de una hora. El acceso limitado a instalaciones y servicios de agua y saneamiento puede provocar el deterioro de los resultados relacionados con la salud física y psicológica. Además, la necesidad de recorrer grandes distancias para obtener agua o de utilizar instalaciones de agua y saneamiento ubicadas en el exterior expone a las mujeres y niñas al riesgo de sufrir violencia física y sexual⁴⁴. Además, en el mundo una de cada tres escuelas carece de acceso a servicios básicos de agua y saneamiento, por lo que las niñas en particular corren el riesgo de perder el acceso a la educación⁴⁵.

41. Las soluciones tecnológicas e innovadoras que acercan el agua al hogar empoderan a las mujeres al aligerar las tareas relacionadas con la recogida y el tratamiento del agua o liberarlas de ellas. En la India, la iniciativa Ti Bus, destinada a resolver problemas de saneamiento relacionados con el género en la ciudad de Pune, donde las mujeres carecían de acceso a aseos públicos seguros y limpios, ofrece a las mujeres la posibilidad de utilizar inodoros ubicados en autobuses reformados⁴⁶. En Mozambique, en la localidad de Ndombe, se instaló un sistema de bombeo de agua alimentado con energía solar, con objeto de mejorar los sistemas de riego y aumentar el rendimiento de las cosechas, lo que permitió a las mujeres vender el excedente para incrementar sus ingresos, las ayudó a mejorar su dieta y a reducir la malnutrición y las empoderó para que pudieran realizar actividades en otros ámbitos⁴⁷.

42. El fomento de la capacidad de las mujeres resulta fundamental para su empoderamiento y para gestionar mejor el agua. No obstante, suele ser complicado hacerlo en entornos en que los roles de género tradicionales están muy arraigados. Por ejemplo, el Proyecto de Mejora de la Participación de la Mujer en la Toma de Decisiones Relacionadas con el Agua, de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, pretendía empoderar a las mujeres de la República Unida de Tanzania promoviendo su inclusión en los procesos de toma de decisiones sobre la gestión del agua; una serie de talleres específicos, apoyados por materiales adecuados, contribuyó a aumentar considerablemente la participación de las mujeres en la toma de decisiones y la gestión del agua⁴⁸. Otros ejemplos de proyectos de éxito utilizaron diferentes herramientas. Por ejemplo, en Bangladesh, un proyecto del Banco Mundial que incluía microfinanciación y subvenciones relacionadas con el saneamiento para instalaciones domésticas ha dado lugar a resultados empoderadores⁴⁹. Sigue siendo complicado aplicar estas herramientas a mayor escala.

43. Con mayores niveles de seguridad hídrica, es posible liberar a las mujeres y niñas de la carga de obtener agua para el hogar, lo que les permite ser más activas en la economía local o tener mayor acceso a la educación. A su vez, las mujeres empoderadas pueden potenciar el desarrollo de sus familias, economías y sociedades.

D. Tecnologías de frontera utilizadas en el ámbito del agua y el saneamiento

44. En muchos casos, se pueden aplicar soluciones de gestión del agua sencillas y arraigadas para abordar el acceso primario al agua limpia y el saneamiento, como el

⁴³ Véase <https://www.unwater.org/water-facts/water-and-gender>.

⁴⁴ Assefa y otros, 2021; Scherer y otros, 2021.

⁴⁵ Véase <https://www.wateraid.org/au/articles/one-in-three-schools-around-the-world-have-no-clean-water-or-toilets>.

⁴⁶ Véase <https://www.3sindia.com/innovations>.

⁴⁷ Contribución de ONU-Mujeres.

⁴⁸ Véase <https://www.globalwaters.org/wherewework/africa/tanzania>.

⁴⁹ Véase <https://blogs.worldbank.org/endpointpovertyinsouthasia/enhancing-womens-access-water-sanitation-and-hygiene-bangladesh>.

suministro de soluciones de agua potable a las poblaciones. No obstante, otros aspectos de la gestión del agua y el saneamiento pueden requerir una mayor aportación de las tecnologías nuevas y emergentes. Los rápidos avances en las tecnologías de frontera, como el uso de drones, inteligencia artificial e Internet de los objetos, las tecnologías por satélite y los gemelos digitales, podrían contribuir de manera importante a la consecución del Objetivo 6.

45. Los drones pueden proporcionar vistas aéreas que resultan útiles en la gestión del agua y el saneamiento. Por ejemplo, en la República Dominicana, el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados utiliza la tecnología de drones para la gestión de datos, el intercambio de información y la toma de decisiones en el diseño, rediseño, tratamiento y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento⁵⁰. Los drones también pueden desempeñar un papel importante en la vigilancia en caso de desastres naturales. Por ejemplo, en Belice, se emplean drones en el sector hidrológico para observar la extensión espacial de las inundaciones e identificar la ubicación ideal de las estaciones de control. En Gambia, se usan para realizar evaluaciones de riesgos climáticos a largo plazo y para actualizar datos topográficos obsoletos e inexactos. En otros países, por ejemplo en el Perú, se utilizan drones para vigilar la calidad del agua y las infraestructuras, ya que tienen la ventaja de que permiten observar zonas inaccesibles de las masas de agua y lugares vulnerables⁵¹.

46. La gestión del agua y el saneamiento equipada con tecnologías de inteligencia artificial, macrodatos e Internet de los objetos puede ser un catalizador para vigilar los progresos y acelerar la consecución del Objetivo 6. A este respecto, urge mejorar la eficiencia en el uso del agua, la gestión de la demanda y el control de las fugas, dado que en todo el mundo está acentuándose el estrés hídrico. Las tecnologías inteligentes que utilizan macrodatos, como los contadores inteligentes, han demostrado su eficacia, ya que pueden desencadenar cambios de comportamiento entre los consumidores de agua, al proporcionar información en tiempo real y comentarios personalizados. En Omán, un sistema de detección de fugas de agua creado en 2020, que realiza mediciones mediante contadores inteligentes autónomos para recopilar datos sobre el consumo de agua, ha permitido reducir en un 15 % el derroche de agua⁵². En América Latina y el Caribe, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha creado un sistema en línea integrado y cuantitativo para simular la hidrología y la gestión de los recursos hídricos utilizando una combinación de medición inteligente e Internet de los objetos, que, partiendo de escenarios de cambios en el clima, el uso de la tierra o la población, contribuye a evaluar la cantidad y calidad del agua y aporta información para determinar las necesidades en materia de infraestructuras y diseñar estrategias y proyectos capaces de adaptarse a esos cambios⁵³.

47. La tecnología de teleobservación por satélite permite vigilar casi en tiempo real la cobertura geográfica y la calidad del agua de los sistemas continentales de agua dulce. Puede utilizarse para detectar la eutrofización, la penetración de la luz, la proliferación de fitoplancton, el nivel de clorofila y la turbidez, así como otros parámetros. Por ejemplo, en Etiopía, una nueva metodología desarrollada por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, que utiliza la teleobservación por satélite, ha mejorado sustancialmente los índices de éxito de las perforaciones, que han pasado de menos del 50 % a más del 90 %; mediante la exploración y la identificación de lugares con un potencial importante para la extracción de aguas subterráneas, se pueden identificar zonas en las que realizar estudios más detallados sobre el terreno. En Filipinas, en el marco del Proyecto de Teleobservación y Ciencia de Datos, se ha desarrollado un complemento del sistema de información geográfica con objeto de entrenar modelos de inteligencia artificial para extraer características de las imágenes procedentes de satélites; pueden utilizar este complemento organismos gubernamentales y entidades académicas⁵⁴.

48. Las rápidas mejoras en las tecnologías de frontera han llevado al despliegue de una serie de tecnologías para aumentar la fiabilidad y la eficiencia en la prestación de servicios a

⁵⁰ Contribución del Gobierno de la República Dominicana.

⁵¹ Contribuciones de los Gobiernos de Belice, Gambia y el Perú.

⁵² Contribución del Gobierno de Omán.

⁵³ Contribución del BID.

⁵⁴ Contribuciones del Gobierno de Filipinas y de la OMS.

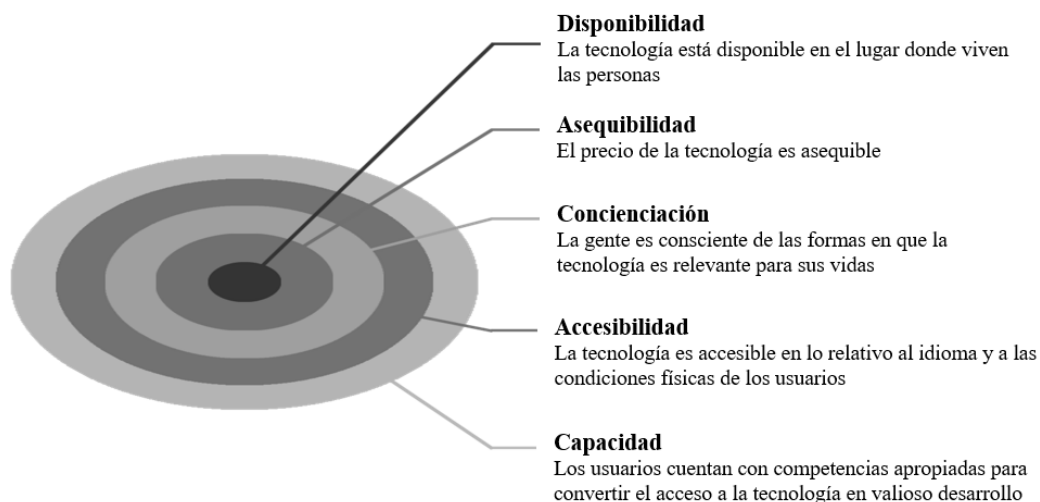
través de la gestión en tiempo real y la vigilancia de las infraestructuras y las operaciones relacionadas con el agua y el saneamiento, así como ofreciendo datos y análisis detallados y útiles. Por ejemplo, es posible llevar a cabo una gestión inteligente del agua gracias al uso de gemelos digitales, mediante los cuales se crea un duplicado virtual del activo real, que puede usarse en combinación con la vigilancia en tiempo real. Esto permite realizar una gestión inteligente y dinámica; simular escenarios, para la continuidad de las operaciones y la optimización de los procesos; y ensayar intervenciones de cara a emergencias o actualizaciones.

III. Lograr que la ciencia, la tecnología y la innovación tengan efectos sobre el terreno

49. A pesar de la rápida producción de conocimientos y soluciones concretas, por lo general los profesionales del sector del agua y el saneamiento consideran que no tienen acceso a la mayor parte de los conocimientos científicos o que estos no se ofrecen en un formato suficientemente utilizable como para servir de base en la toma de decisiones. Urge lograr que la ciencia, la tecnología y la innovación tengan efectos en el mundo real. Es necesario que los países inviertan en la ciencia de la implementación, a fin de beneficiarse de las soluciones que desarrollan las empresas del sector de la ciencia, la tecnología y la innovación. Una menor disponibilidad de soluciones de conocimiento al aproximarse a la fase de aplicación plantea dificultades importantes. Ello se debe, entre otras cosas, al mayor costo de los proyectos de innovación, a la dificultad de atraer socios inversores como consecuencia de que las nuevas soluciones presentan mayores riesgos y a la falta de capacidad para apoyar nuevas plataformas de soluciones. Las dificultades en la aplicación de los conocimientos científicos o las soluciones tecnológicas en materia de agua y saneamiento pueden abordarse en gran medida centrándose en cuatro dimensiones fundamentales, la primera de las cuales, el acceso, comprende cinco componentes (figura 3). Los enfoques prácticos para implantar soluciones tecnológicas deben primero hacer frente a barreras no tecnológicas para acceder a la tecnología. Por ejemplo, un sistema de bombeo de agua alimentado con energía solar resulta poco útil si es demasiado caro, si no se conoce su existencia o si debe manejarlo una persona formada y no se imparte esa formación. El acceso a la tecnología también puede verse restringido por normas sociales (por ejemplo, en el caso de las mujeres y las minorías étnicas) o geográficas (por ejemplo, para las personas que viven en zonas remotas). Es preciso identificar, examinar y poner remedio a estas restricciones.

Figura 3

Los cinco componentes del acceso a la tecnología



Fuente: UNCTAD, 2021, *Technology and Innovation Report 2021: Catching Technological Waves – Innovation with Equity* (publicación de las Naciones Unidas, número de venta E.21.II.D.8, Ginebra).

50. La segunda dimensión es la transdisciplinariedad. La ciencia analítica y los productos de ingeniería son cruciales para encontrar soluciones en el ámbito del agua, pero su aplicación y sostenibilidad dependen en gran medida de factores sociales como el comportamiento, la cultura, la economía, la política y la gobernanza. Un equipo capaz que se dedique a cuestiones relacionadas con el agua debe disponer tanto de repositorios de conocimientos y soluciones basadas en la ciencia en estos ámbitos como de expertos cualificados no técnicos que puedan contribuir al éxito de la aplicación.

51. La tercera dimensión es la inversión en enfoques del nexo. Es esencial tomar en consideración la conectividad entre el agua y otros sectores para desarrollar soluciones sostenibles y eficientes, ya que las mejoras en cada ámbito pueden tener externalidades positivas en otros, por lo que, si no tiene debidamente en cuenta la interdependencia de los diferentes sectores, se pueden obtener resultados positivos en uno y consecuencias negativas no deseadas en otros. Un enfoque del nexo puede permitir atraer a una comunidad inversora más amplia y lograr así relaciones costo-beneficio más atractivas. Los enfoques del nexo centrados en el agua son, pues, fundamentales para alcanzar el Objetivo 6, al tiempo que contribuyen también a la consecución de otros Objetivos como los relativos al hambre, la energía, las medidas relacionadas con el clima y las alianzas para lograr los Objetivos. Por ejemplo, la agricultura es el mayor consumidor de recursos hídricos y, al mismo tiempo, necesita proporcionar más alimentos para satisfacer la creciente demanda mundial. Una gestión adecuada del agua debería suministrar suficiente agua para las prácticas agrícolas sin agotar las reservas de agua necesarias para otros fines.

52. La cuarta dimensión es el intercambio de tecnología y conocimientos entre países, para abordar con eficacia los retos relacionados con el agua y el saneamiento. En el marco de la cooperación regional e internacional Norte-Sur, Sur-Sur y triangular se ha creado una serie de alianzas, plataformas y modelos de cooperación a escala mundial, no solo para apoyar el acceso a la ciencia, la tecnología y la innovación, sino también para mejorar el intercambio de conocimientos a fin de que este promueva una mayor adopción de buenas prácticas en el ámbito nacional e inspire la reproducción y adaptación de innovaciones tecnológicas, sociales y financieras de éxito en todo el mundo (véase el recuadro). No obstante, para acelerar los progresos en la década de acción, en el marco de los cinco pilares del Marco Mundial para Acelerar el Logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 de aquí a 2030, es necesario facilitar niveles mucho mayores de acceso a la tecnología, transferencia de conocimientos y fomento de la capacidad, y lograr que esas oportunidades estén mejor estructuradas, más organizadas y más sistematizadas.

Modelos de cooperación mundial para alcanzar el Objetivo 6

Entre los agentes que participan en el intercambio y la difusión de conocimientos en materia de agua y saneamiento figuran organizaciones multilaterales, organismos de desarrollo y redes especializadas. Estas plataformas suelen funcionar mediante alianzas y combinan una plataforma en línea con una red amplia que puede abarcar desde el ámbito local hasta el mundial. También intercambian conocimientos y crean capacidades a través de programas específicos.

Desde el punto de vista multilateral, ONU-Agua, que engloba a más de 30 entidades de las Naciones Unidas, tiene el ámbito temático más amplio; comparte experiencias con otras entidades y gestiona el Sistema de Información sobre Actividades, una plataforma en línea para compartir información acerca de proyectos e iniciativas de aprendizaje en relación con el agua. En el sistema de las Naciones Unidas, la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo sirve de plataforma multilateral en la que se pueden compartir las lecciones aprendidas y las mejores prácticas en el ámbito nacional para aprovechar la ciencia, la tecnología y la innovación con miras a hacer frente a los retos relacionados con el agua y el saneamiento, así como para promover la cooperación internacional a través de programas de asistencia técnica en los países en desarrollo, en lo relativo a, entre otros, el acceso al conocimiento y la transferencia de tecnología. En el marco de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, se han venido celebrando Foros coorganizados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

(UNESCO) y se han formulado Líneas de Acción sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre ellas una sobre el Objetivo 6, que enlaza con las relativas al acceso a la información, el fomento de la capacidad, las aplicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación, la ciberciencia y la diversidad cultural y los contextos locales.

Las iniciativas regionales desempeñan un papel importante a la hora de garantizar el acceso al agua potable y al saneamiento. Por ejemplo, en América Latina, la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, que se centra en la innovación a través de mecanismos institucionales y financieros, promueve asociaciones público-privadas para la conservación de las cuencas hidrográficas, con el fin de mejorar la seguridad hídrica; entre sus principales asociados figuran el Gobierno de Alemania, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). La asociación cuenta con 26 fondos que operan en varios países y hasta la fecha ha beneficiado a más de 105.000 familias. En la Unión Europea, la Iniciativa Europea del Agua para los países de la Asociación Oriental (EUWI+) ha beneficiado a Estados como Belarús mediante una intensa participación en exámenes nacionales y regionales actualizados y en actividades de fomento de la capacidad.

Varios países se centran en el agua y el saneamiento en el marco de programas de cooperación internacional y bilateral. Por ejemplo, en el Japón, se intercambia tecnología y se fomenta la capacidad en países que utilizan soluciones tecnológicas desarrolladas en el marco de la Iniciativa Kumamoto para el Agua, como, entre otras, el uso de la inteligencia artificial e Internet de los objetos para promover el desarrollo y proporcionar infraestructuras de calidad en Asia y el Pacífico, así como en la aplicación de medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático a través de diversos proyectos de infraestructura. Entre los países en desarrollo, Sudáfrica, a través de la Comisión de Investigación sobre el Agua, ha colaborado con diversos asociados internacionales intercambiando conocimientos especializados en materia de agua y saneamiento.

Fuente: Contribuciones de los Gobiernos de Belarús, Cuba, el Japón, Sudáfrica y Tailandia, así como del BID y la UIT.

IV. Propuestas para su consideración

53. La Asamblea General y el Consejo de Derechos Humanos han reconocido que el derecho al agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos⁵⁵. El Objetivo 6 tiene un enfoque más amplio e integrado para abordar la cuestión del agua y el saneamiento, que va más allá del mero acceso a estos servicios, con miras a garantizar la sostenibilidad de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Una serie de consideraciones en materia de políticas pueden ayudar a los países en sus esfuerzos para aprovechar la ciencia, la tecnología y la innovación a fin de garantizar el acceso al agua potable y el saneamiento para el desarrollo sostenible.

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

a) Cultivar y potenciar los ecosistemas locales de investigación e innovación. Promover la aceptación de la tecnología e impulsar la mentalidad digital y las competencias de fomento de la capacidad, teniendo debidamente en cuenta las condiciones sociales, culturales, financieras, geográficas y climáticas de las comunidades destinatarias, incluida su capacidad de utilizar y mantener soluciones tecnológicas;

b) Desarrollar una estrecha colaboración entre profesionales y usuarios, centrándose en la participación de la comunidad. Prestar asistencia a iniciativas participativas de base y dirigidas por la comunidad, a fin de reforzar la propiedad local de los recursos hídricos y de saneamiento y mejorar la gobernanza del agua logrando que profesionales y usuarios colaboren;

c) Dar prioridad al desarrollo, la distribución y la aplicación de soluciones de bajo nivel tecnológico que sean modulares, no necesiten conexión a la red eléctrica y estén

⁵⁵ [A/RES/64/292](#).

descentralizadas, mediante sistemas de vigilancia y contabilidad y ciencia ciudadana, para la captación de agua, la depuración y la eliminación de desechos. Ampliar el acceso en comunidades remotas, especialmente en las zonas rurales, utilizando soluciones tecnológicas asequibles, adaptadas al contexto y flexibles;

d) Transformar las infraestructuras y la prestación de servicios en pro de la igualdad de género. Promover la prestación de servicios de saneamiento adecuados en los hogares y los espacios públicos, para aliviar las cargas y la discriminación basadas en el género. Diseñar políticas y proyectos en materia de agua y saneamiento que tengan perspectiva de género, asegurándose de que no perpetúan las disparidades de género y basándose en datos desglosados por género;

e) Introducir o revisar la infraestructura de datos en relación con el agua y el saneamiento. Establecer sistemas de colaboración sencillos y sistémicos, que se centren en el ser humano y en los que intervengan diversas partes interesadas, con miras a apoyar evaluaciones más exhaustivas de los recursos hídricos, mejorar la toma de decisiones y minimizar la pérdida y el derroche de agua;

f) Aplicar a mayor escala buenas prácticas para el acceso universal al agua y el saneamiento y la gestión integrada de los recursos hídricos, que hayan demostrado su eficacia. Determinar los factores que impiden que se adopten buenas prácticas a mayor escala en el ámbito local, o bien que aceleran este proceso, para, según el caso, tratar de hacerles frente o promoverlos adecuadamente. Explorar y promover enfoques de la economía circular para el agua y el saneamiento, convirtiendo las aguas residuales tratadas en un recurso hídrico, cuando proceda;

g) Implantar mecanismos de financiación nuevos, innovadores y más equitativos. Adoptar modelos de financiación combinada a nivel macroeconómico, junto con microfinanciación para los operadores a pequeña escala, a fin de fomentar un entorno propicio para una explotación comercial sostenible del agua. Aumentar la atención prestada por los donantes y los inversores institucionales al Objetivo 6, destacando el papel esencial del agua y el saneamiento en los ámbitos económico, social y medioambiental en todos los países.

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

a) Promover la transferencia de conocimientos y el fomento de la capacidad a través de la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular. Recabar la participación de las organizaciones multilaterales, los organismos de desarrollo, las redes mundiales de actores en el ámbito del agua y el saneamiento y la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, con miras a aumentar activamente el flujo mundial de conocimientos científicos, tecnológicos y de innovación relacionados con el agua y el saneamiento, desde los centros de producción actuales a todos los Estados miembros, y crear sinergias entre las iniciativas;

b) Promover la transferencia de tecnología entre países desarrollados y países en desarrollo. Transferir paquetes completos, que incluyan el fomento de la capacidad y la creación de aptitudes en el ámbito local para manejarlos, mantenerlos y, cuando proceda, adaptarlos al contexto local, con objeto de mejorar las infraestructuras de agua y saneamiento o desarrollar la gestión del agua en los países en desarrollo;

c) Desarrollar mecanismos financieros que promuevan la asistencia financiera de los países de ingreso alto y la inversión del sector privado en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo, reconociendo el papel transversal de esos mecanismos en la consecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible;

d) Preparar a la comunidad mundial del agua y el saneamiento para los efectos del cambio climático mediante la cooperación y un enfoque mundial centrado en aumentar la resiliencia climática en los sistemas de agua y saneamiento. Garantizar que la resiliencia climática esté incorporada en el intercambio de conocimientos y de soluciones científicas, tecnológicas y de innovación. Promover la coordinación intersectorial a través de un enfoque basado en el nexo, como el nexo entre agua, energía y agricultura, a fin de aprovechar las interrelaciones.