



# Asamblea General

Distr. general  
27 de septiembre de 2022  
Español  
Original: inglés

## Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

### **Informe sobre la Quinta Conferencia Internacional de las Naciones Unidas, Ghana y el Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz sobre la Utilización de la Tecnología Espacial en la Ordenación de los Recursos Hídricos**

(Accra y en línea, 10 a 13 de mayo de 2022)

#### **I. Introducción**

1. La Quinta Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Tecnología Espacial en la Ordenación de los Recursos Hídricos fue organizada por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre en el marco del Programa de las Naciones Unidas de Aplicaciones de la Tecnología Espacial. Aunque inicialmente estaba prevista para 2021, se celebró del 10 al 13 de mayo de 2022 en Accra y en línea en formato híbrido a causa de la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19).

2. La Conferencia fue organizada conjuntamente con el Gobierno de Ghana y el Premio Internacional del Agua Príncipe Sultán bin Abdulaziz (PSIPW). La Universidad de Energía y Recursos Naturales se ocupó de la organización local en cooperación con el Ministerio de Educación, el Ministerio de Relaciones Exteriores e Integración Regional, el Ministerio de Medio Ambiente, Ciencia, Tecnología e Innovación y el Ministerio de Saneamiento y Recursos Hídricos. La Conferencia contó con el apoyo de la Agencia Espacial Europea (ESA) y la secretaría de la Red Interislámica de Ciencias y Tecnología Espaciales (ISNET).

#### **II. Antecedentes y objetivos**

3. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre difunde información sobre el valor añadido que aporta el uso de aplicaciones de tecnología espacial para abordar cuestiones que afectan a la sociedad, en particular mediante eventos organizados de manera conjunta a petición de Estados Miembros en el marco del Programa de Aplicaciones de la Tecnología Espacial.

4. El proyecto Space4Water se puso en marcha en 2018 para promover la utilización de la tecnología espacial y sus aplicaciones con el propósito de aumentar el acceso a los recursos hídricos. Space4Water se funda en tres elementos fundamentales: el fomento del intercambio de conocimientos científicos mediante la celebración de conferencias; el acceso a usuarios de todo el mundo a través del portal Space4Water, que les proporciona información y les permite encontrar asociados; y la creación de una



comunidad mediante la celebración de reuniones de partes interesadas a través del portal Space4Water.

5. Desde 2008 se han celebrado, a intervalos de tres o cuatro años, cuatro ediciones de la Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Tecnología Espacial en la Ordenación de los Recursos Hídricos con el fin de mostrar los beneficios que ofrecen la tecnología espacial y los correspondientes servicios y aplicaciones para la ordenación de los recursos hídricos. Las conferencias se celebraron en Riad en abril de 2008; en Buenos Aires en marzo de 2011; en Rabat en abril de 2014 y en Islamabad en febrero y marzo de 2018.

6. La Quinta Conferencia se celebró en Accra y en línea del 10 al 13 de mayo de 2022 con los siguientes objetivos:

- a) ampliar la utilización de las tecnologías espaciales y de los datos basados en ellas para mejorar la ordenación de los recursos hídricos;
- b) fomentar el intercambio de conocimientos entre los agentes del sector espacial y los de los sectores de la ordenación de los recursos hídricos y la investigación hídrica, así como el establecimiento de asociaciones entre ellos;
- c) determinar las necesidades de los usuarios;
- d) celebrar sesiones para mostrar posibles soluciones ofrecidas por proveedores de tecnologías.

Otro objetivo de la Conferencia era alentar a oradores de países de África Subsahariana a que aportaran a su programa contribuciones específicas de ámbito regional.

7. Para que el evento pudiese celebrarse pese a la pandemia, su formato se cambió de presencial a híbrido. Los participantes asistieron tanto en persona (en Accra) como en línea. Los organizadores aplicaron lo aprendido en otros eventos similares; todas las ponencias se publicaron en línea por adelantado para que las posibles diferencias horarias y limitaciones en el ancho de banda de Internet no fueran impedimentos para acceder a la información. Los oradores en línea y los oradores que se encontraban en Accra se alternaron. El formato de las sesiones de pósteres se adaptó proyectando videomensajes de tres minutos de duración (denominados “charlas relámpago”) en línea y en la sala de conferencias. Ello permitió dar cabida a un mayor número de oradores en el tiempo disponible. Gracias a una meticulosa selección de los oradores y a las consultas sostenidas con estos antes del evento, los organizadores se aseguraron de que las ponencias fuesen atractivas y propicias a que los oradores mantuviesen debates dinámicos.

### **III. Asistencia**

8. En total, se inscribieron para asistir a la conferencia y recibieron acceso a la plataforma de comunicación basada en la web 838 personas de las que el 29 % eran mujeres.

9. Entre los participantes había miembros de la comunidad diplomática, entre ellos, representantes de la Misión Permanente de Ghana ante las Naciones Unidas en Viena y de la Comisión de Energía Atómica de Ghana. Entre las agencias espaciales representadas estaban la Organización de Investigación Espacial y Teleobservación de Bangladesh, la Agencia Espacial Brasileña, el Organismo Espacial de Egipto, el Instituto de Ciencia y Tecnología Espaciales de Etiopía, la ESA, el Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia, el Organismo Espacial de Kenya, la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de los Estados Unidos de América, el Organismo Nacional de Investigación y Desarrollo Espaciales de Nigeria, la Comisión de Investigaciones Espaciales y de la Alta Atmósfera del Pakistán, la Agencia Espacial de Rwanda y la Agencia Espacial de Turquía.

10. También asistieron representantes del Centro Regional Africano de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales, sección en inglés, con sede en Nigeria, el Centro

Común de Investigación de la Comisión Europea, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la secretaría del Grupo de Observaciones de la Tierra, el Space Generation Advisory Council, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, la Comisión Económica y Social para Asia Occidental y la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

11. Las inscripciones representaban a los 100 países siguientes: Afganistán, Alemania, Angola, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Austria, Bangladesh, Benin, Bhután, Botswana, Brasil, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Canadá, Chad, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Ecuador, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Eritrea, España, Estado de Palestina, Estados Unidos de América, Estonia, Etiopía, Federación de Rusia, Filipinas, Francia, Gabón, Gambia, Ghana, Grecia, Guatemala, Guinea, Hungría, India, Indonesia, Irán (República Islámica del), Irlanda, Israel, Italia, Jordania, Kenya, Kirguistán, Líbano, Liberia, Libia, Luxemburgo, Malawi, Marruecos, México, Mongolia, Mozambique, Myanmar, Namibia, Nepal, Nicaragua, Níger, Nigeria, Países Bajos, Pakistán, Panamá, Perú, Polonia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República Árabe Siria, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Rumania, Rwanda, Santa Lucía, Senegal, Serbia, Sierra Leona, Singapur, Sri Lanka, Sudáfrica, Sudán, Sudán del Sur, Suiza, Tailandia, Togo, Trinidad y Tabago, Túnez, Türkiye, Ucrania, Uganda, Uzbekistán, Venezuela (República Bolivariana de), Viet Nam, Yemen, Zambia y Zimbabwe.

12. El número de asistentes en línea varió a lo largo de los cuatro días y de cada jornada. El mayor número de personas que llegaron a estar conectadas simultáneamente fue 93.

#### IV. Programa y estadísticas relativas a los oradores

13. El programa constó de cuatro tipos de eventos:

- a) discursos principales a cargo de altos representantes de los coorganizadores;
- b) sesiones de ponencias con un presidente y un máximo de seis oradores sucesivos, seguidas de un turno de preguntas y respuestas;
- c) mesas redondas dirigidas por un moderador;
- d) ponencias sucintas pregrabadas en video, denominadas “charlas relámpago”, de tres minutos de duración cada una.

14. En la sala de conferencias de Accra y por Internet se proyectaron 21 charlas relámpago repartidas en cuatro sesiones. Ese formato estaba pensado para que fuera el equivalente en línea de una exposición de pósteres. Gracias a él se pudo aumentar el número de iniciativas presentadas y dar a los oradores menos experimentados la oportunidad de explicar de manera concisa sus actividades. Los videos se proyectaron durante la Conferencia y quedaron disponibles en Internet<sup>1</sup>.

15. El evento sumó en total 24 horas de contenido repartido en cuatro días. Hubo 68 oradores presentes en persona: 18 mujeres y 50 hombres. Además, en Accra hubo 16 presidentes de sesiones y moderadores de mesas redondas, de los que 5 eran mujeres y 11, hombres. A través de Internet participaron otros 23 oradores, 21 en charlas relámpago y 2 en videomensajes. Las charlas relámpago fueron impartidas por 8 mujeres y 13 hombres, mientras que los videomensajes, impartidos por dos hombres, se proyectaron durante la sesión inaugural de alto nivel. En total hubo 107 oradores, 31 mujeres y 76 hombres. La proporción entre los géneros de los oradores fue similar a la observada en las personas inscritas.

<sup>1</sup> Véase [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2022/un-Ghana-water-schedule.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2022/un-Ghana-water-schedule.html).

16. A lo largo de la Conferencia se alentó a los asistentes a que enviasen a los oradores preguntas por escrito a través de la plataforma de comunicación en línea. Cada moderador se valió de la misma plataforma para mantener a quienes participaban por Internet al tanto de cuanto ocurría en la sala de conferencias de Accra. Al final de cada charla, cuando el tiempo lo permitió, el moderador leyó las preguntas formuladas para el orador a través de la plataforma de comunicación con el fin de lograr cierto grado de interacción entre quienes se habían conectado por Internet y el público presente en la sala.

17. Todas las charlas se cargaron en el sitio web de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre antes del evento correspondiente o durante el mismo para que los participantes que tuviesen una banda ancha limitada pudieran descargar el contenido<sup>2</sup>.

18. Los organizadores locales invitaron en Accra a un número reducido de asistentes presenciales a realizar una visita técnica a una estación terrestre de satélites.

## V. Contenido del programa

19. La Conferencia se abrió con una ceremonia de apertura en la que varias autoridades de Ghana, coorganizadores y patrocinadores expusieron sus puntos de vista sobre el tema de la Conferencia. El Vicerrector de la Universidad de Energía y Recursos Naturales dio la bienvenida a los asistentes y explicó los motivos por lo que se celebraba la Conferencia. La Directora General del Ministerio de Relaciones Exteriores e Integración Regional se refirió al cambio climático, que haría necesaria una mejor ordenación de los recursos hídricos, además de la ambición de no dejar atrás a ningún país en el camino hacia la sostenibilidad. El Director General de la Comisión de Energía Atómica de Ghana destacó la importancia de proteger los recursos hídricos y señaló que la calidad del agua en ese país no había dejado de disminuir, en particular, a causa de la contaminación provocada por la minería ilegal. El Ministro de Educación puso de relieve que una de las claves para lograr que la economía de Ghana fuese circular podía residir en ampliar la utilización de las tecnologías espaciales y de los datos obtenidos desde el espacio para mejorar la ordenación de los recursos hídricos. El objetivo de fomentar técnicas sostenibles en esa esfera estaba en consonancia con la Agenda 2063 de la Unión Africana y con los compromisos mundiales contraídos en virtud de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Para alcanzar esa meta, Ghana pretendía centrarse en la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas haciendo hincapié en el desarrollo de programas informáticos.

20. Tras la proyección de un breve videomensaje del Presidente de Ghana, el Director Interino de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre pronunció un discurso de bienvenida en el que resaltó los avances logrados desde la puesta en marcha del proyecto Space4Water en 2018. Recordó la razón de ser de Space4Water, iniciativa conjunta de la Oficina y el PSIPW que había hecho posibles tanto la Conferencia como la creación del portal del proyecto. En un videomensaje pronunciado en nombre del Director General del PSIPW, un representante expuso las actividades de la organización y explicó que los galardonados con este premio contribuían con su investigación a mejorar la ordenación de los recursos hídricos.

21. En la sesión técnica de apertura, cinco oradores presentaron iniciativas dirigidas a aprovechar los datos generados por vehículos espaciales de observación de la Tierra con el fin de generar datos de utilidad para la ordenación de los recursos hídricos. El Director General del Centro Regional de Cartografía de Recursos para el Desarrollo, con sede en Kenya, explicó que la principal dificultad del Centro era la obtención de datos. A algunos de los datos que precisaba, concretamente, datos necesarios para prepararse para las sequías y las inundaciones y responder a ellas, se estaban obteniendo con la ayuda de la tecnología satelital. El Servicio de Investigación y Desarrollo de África para la Observación de la Tierra, que está gestionado por un consorcio financiado por la ESA, ofrece contenido y programas de capacitación en línea. La ESA pone sus propios

---

<sup>2</sup> *Ibid.*

productos de datos a disposición del público de manera gratuita en Internet; sus datos proceden de vehículos espaciales creados y explotados por la ESA. Actualmente, la Agencia se dedica a determinar las necesidades de los usuarios para tenerlas en cuenta en futuras misiones de observación de la Tierra. Digital Earth Africa explicó de qué manera proporcionaba sus servicios y conjuntos de datos y qué investigaciones había realizado específicamente para Ghana, en particular, los productos facilitados a más de 200 distritos del país. Ahora que en Internet se podía obtener una gran cantidad de conjuntos de datos, la capacidad de cada país de aprovechar de manera sostenible los recursos hídricos dependía en buena medida de que su personal dedicado a la ordenación de los recursos hídricos fuera capaz de comprender esos datos. Por lo tanto, la capacitación era fundamental. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre impartió una ponencia sobre el portal Space4Water en la que mostró el contenido ya disponible y explicó la manera en que la creación de una comunidad de partes interesadas permitiría mejorar el intercambio de mejores prácticas.

22. La primera sesión tenía como tema las tecnologías espaciales y los fenómenos extremos relacionados con el agua y se centró en las inundaciones. En ella participaron diez oradores que presentaron proyectos operacionales centrados en cuencas hidrográficas o países concretos, así como los resultados de varias investigaciones innovadoras. Se pronosticó que la frecuencia de las inundaciones aumentaría notablemente. Aunque los datos provenientes de satélites contribuían a los sistemas de cartografía, vigilancia y alerta temprana, a menudo los principales escollos eran la falta de datos de observación a escala local y la dificultad que comportaba el intercambio de datos entre instituciones.

23. La Universidad Técnica de Accra había cartografiado las zonas inundables de Accra; de manera similar, en el marco de varias iniciativas de las Naciones Unidas (como las dirigidas por el Centro de Satélites de las Naciones Unidas (UNOSAT) o el Programa Mundial de Alimentos) se habían vigilado las inundaciones utilizando satélites para detectar las zonas inundables de diversas regiones y comprobando mediante sistemas de información geográfica qué poblaciones se encontraban en riesgo. Ya se disponía de productos sobre las precipitaciones que estaban basados en tecnología satelital. La utilización de datos obtenidos desde el espacio para estudiar las inundaciones era ya una práctica habitual en varios países, como Rwanda, Malawi o la República Islámica del Irán donde las observaciones desde el espacio de la humedad del suelo y las precipitaciones y la vigilancia de las inundaciones se habían integrado en diversos modelos de pronóstico y, después de su validación, ofrecían un grado de precisión satisfactorio.

24. Había aumentado el acceso a imágenes satelitales para estudiar las inundaciones, lo cual, gracias a la mejora continua de la resolución de los datos, hacía posible utilizar modelos de ámbito mundial. El principal hilo conductor de las ponencias fue que, para reducir la vulnerabilidad, era necesario mejorar el análisis, los pronósticos, la alerta temprana, la planificación y, sobre todo, los programas de fomento de la capacidad de ámbito mundial y regional.

25. La segunda sesión se centró en la tecnología espacial y la calidad del agua. Aunque África poseía el 25 % del agua dulce del planeta, su reparto era desigual y, en algunos lugares, los ríos y lagos compartidos por varios países daban lugar a tensiones. La investigación basada en el uso de los datos satelitales para la ordenación de los recursos hídricos en África había aumentado de manera exponencial, a lo que habían contribuido iniciativas como AquaWatch, del Grupo de Observaciones de la Tierra (GEO), y abundantes recursos en Internet ofrecidos por varios organismos espaciales. Las observaciones *in situ* seguían siendo necesarias para calibrar y validar los algoritmos, por ejemplo, para medir la cantidad de sedimentos presentes; para esa tarea se precisaba la colaboración de personas sobre el terreno, por ejemplo, mediante proyectos de ciencia ciudadana.

26. En la segunda sesión participaron cuatro oradores que presentaron iniciativas sobre lagos de Tailandia y el lago Victoria y sobre la labor llevada a cabo en Uganda y Kenya. La calidad del agua se veía afectada negativamente por las cargas de nutrientes

procedentes de la industria, la agricultura y las aguas residuales, que eran causa de floración de algas. El aumento de la urbanización había degradado considerablemente la calidad del agua de los lagos, como se observaba, por ejemplo, en el aumento de la concentración de clorofila en las orillas del lago Victoria y en la turbidez del agua del lago Naivasha, lo que era indicio de la calidad de las aguas superficiales. La Presidenta de la sesión destacó la necesidad de seguir reduciendo la producción de aguas negras y aguas residuales grises y de utilizar estas últimas de manera productiva, por ejemplo, con fines de riego. Para clausurar la sesión, la Presidenta entonó una canción sobre la importancia del agua.

27. En conjunto, la segunda sesión centró la atención en proyectos de investigación innovadores que demostraban la utilidad de integrar las imágenes satelitales de alta resolución en modelos consolidados, entre otras cosas, para estimar la clorofila y la calidad del agua lacustre. Estaba muy difundido el uso de tecnología de computación en la nube para facilitar el procesamiento de datos. En determinados entornos, la adquisición de datos *in situ* que abarcasen períodos prolongados entrañaba una complejidad considerable; en su lugar, cabía utilizar datos satelitales combinados con métodos de modelización y vigilancia, lo cual permitía obtener resultados fiables para, como mínimo, obtener estimaciones preliminares de la calidad del agua. Estaban en marcha varias iniciativas a cargo de entidades diversas con el fin de crear una red mundial de datos de validación. El acceso abierto y gratuito a datos obtenidos desde el espacio con resolución suficiente ya era una realidad en relación con determinados parámetros de la calidad del agua, pues podía accederse a nivel mundial a numerosos conjuntos de datos y productos de datos. Lo mismo podía decirse de los recursos de capacitación en línea.

28. En la tercera sesión se impartieron cinco ponencias en las que se analizó el vínculo entre la tecnología espacial, el agua y la salud. Algunas variables climáticas, como la temperatura y la humedad, eran factores importantes en la aparición y la transmisión de enfermedades. La epidemia de meningitis bacteriana surgida en la región nororiental de Ghana se había relacionado con los aerosoles pulverizados que se transmitían durante la meteorología muy seca y calurosa característica de la estación del harmatán. Se había analizado la información relativa al polvo en suspensión extraída de los datos obtenidos por el satélite Sentinel con el fin de hallar una correlación. Se había ejecutado un proyecto de investigación en la cuenca del lago Chad para determinar cuánto había aumentado la contaminación durante un período de sequía que había reducido la masa de agua de ese lago, lo cual había puesto en peligro los medios de vida de más de 22 millones de personas.

29. En Ghana alrededor del 60 % de las masas de agua estaban contaminadas, principalmente por actividades mineras ilegales, como la minería aurífera artesanal, que eran fuente de deforestación y graves peligros para la salud. Para extraer oro se utilizaba mercurio; en Ghana, la minería aurífera artesanal era ilegal en hasta un 70 % de los casos, a raíz de lo cual el mercurio estaba contaminando la atmósfera y el medio ambiente en las inmediaciones de los emplazamientos mineros. Se había detectado en diversos recursos y sistemas terrestres y acuáticos locales y en el organismo de habitantes de la zona. Dichas actividades ilegales se realizaban en sabanas y bosques apartados, por lo que solo se podían descubrir mediante teleobservación. Persistían ciertas limitaciones, entre ellas, la baja frecuencia de paso de los satélites en determinadas zonas, el considerable costo de adquirir datos de origen privado y las limitaciones de medición debidas a la nubosidad. El Instituto de Ciencia y Tecnología Espacial de Ghana aspiraba a poder proporcionar información en tiempo real sobre la contaminación de los recursos hídricos para respaldar las actividades de aplicación de la ley y buscaba asociados que permitieran obtener datos satelitales adecuados de alta definición o poner en marcha un instrumento satelital apropiado.

30. En la práctica ya se estaban utilizando sistemas de teleepidemiología y alerta temprana en relación con las enfermedades transmitidas por mosquitos. En varios territorios europeos, Côte d'Ivoire y Tailandia se estaba utilizando un sistema de ese tipo en el marco de una iniciativa en la que también participaban el Brasil y la India. El sistema proporcionaba modelos de abundancia de mosquitos y de riesgo. Se utilizaba

una aplicación móvil para enviar notificaciones a los usuarios y recabar reacciones colectivas, por ejemplo, de los habitantes de un pueblo de Grecia. Los modelos estaban basados en los datos de observación obtenidos por el satélite Sentinel-2. En ese momento las personas responsables de la iniciativa estaban formulando unas normas de apoyo a la adopción de decisiones. Una herramienta de ese tipo podría ser de utilidad en otras regiones del mundo. De manera similar, en un proyecto llevado a cabo en Kenya se estaban elaborando mapas de las zonas proclives a la malaria en combinación con mapas de referencia que mostraban la densidad de población con el fin de apoyar la labor de los proveedores de atención de salud. Para cartografiar el peligro era necesario integrar los factores socioeconómicos y las condiciones naturales, y el Organismo Espacial de Kenya estaba estudiando la posibilidad de elaborar para otras enfermedades modelos similares sobre la base de sistemas de información geográfica.

31. En la cuarta sesión, dedicada a la tecnología espacial y las aguas subterráneas, se impartieron ocho ponencias. Según la UNESCO, más de 2.000 millones de personas dependían de aguas subterráneas para abastecerse de agua<sup>3</sup>; sin embargo, la sobreexplotación impedía que las aguas subterráneas se repusieran a un nivel suficiente para que el recurso siguiera siendo sostenible. A ese respecto, el principal reto era sortear la falta de información obtenida mediante vigilancia directa a fin de mejorar la ordenación de las aguas subterráneas. Se estaba utilizando información obtenida mediante gravimetría satelital (por conducto de la misión de satélites del Experimento Clima y Recuperación de Gravedad (GRACE)) para evaluar la cantidad de aguas subterráneas. También se podían utilizar otros tipos de imágenes de teleobservación para cartografiar, por ejemplo, la red de fracturas existente en los acuíferos alojados en formaciones rocosas de baja porosidad, que permitía que el agua fluyera a través de las fisuras. En Marruecos se estaban observando esas fracturas para determinar las propiedades hidráulicas de los depósitos de aguas subterráneas y deducir información sobre los depósitos profundos que no podían observarse de manera directa, con el fin de apoyar la prospección de recursos hídricos en la región. En la República Árabe Siria se estaban utilizando imágenes satelitales para determinar dónde perforar pozos para hallar aguas subterráneas, y en la India la agencia espacial había proporcionado imágenes similares para sustituir los métodos tradicionales, carentes de todo rigor científico, aplicados por algunos agricultores, con lo que se habían obtenido resultados satisfactorios. Aunque todavía no había un servicio específico de datos satelitales para la vigilancia de las aguas subterráneas, había planes en marcha para crearlo.

32. En África Septentrional la agricultura dependía de las aguas subterráneas para atender las necesidades de riego; por ejemplo, en los casos de Libia y Túnez, en un 90 % y un 86 %, respectivamente. En el conjunto de la región árabe, la agricultura dependía de las aguas subterráneas para atender el 70 % de la demanda hídrica. En Ghana la agricultura se había extendido a zonas en las que las precipitaciones y las aguas superficiales eran limitadas. Ello, sumado al incremento exponencial de la población en las zonas urbanas, había aumentado notablemente la necesidad de aguas subterráneas. A su vez, ese aumento de la demanda había llevado a un mayor consumo de energía para poder extraer el agua, en particular de fuentes más profundas. Aunque las energías renovables habían abaratado el costo energético de la extracción, la disponibilidad de energía barata había contribuido de manera significativa a que se siguieran esquilmando las aguas subterráneas, con lo que el nivel freático había descendido todavía más. Ese círculo vicioso se podía observar, por ejemplo, en el Yemen, donde desde 2016 era más fácil obtener energía solar que se aprovechaba para extraer una mayor cantidad de agua.

33. Además de conjuntos de datos satelitales gratuitos, los países en desarrollo necesitaban capacitación en técnicas geoespaciales y una mejor comprensión de cómo podían aprovechar en sus procesos decisorios la información obtenida a través de la tecnología geoespacial. A menudo, los modelos en los que se utilizaban datos satelitales para evaluar las variaciones de la cantidad de agua subterránea eran aptos para el mundo

<sup>3</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2022: aguas subterráneas: hacer visible el recurso invisible* (2022).

desarrollado, pero no daban cuenta de las restricciones del mundo en desarrollo: ante el bajo nivel de los presupuestos y las limitaciones de la infraestructura computacional, se necesitaban otros modelos simplificados y de costo asequible. Además, para poder adoptar la decisión más adecuada frente a la escasez de aguas subterráneas, a menudo las administraciones necesitaban obtener información de un país vecino, puesto que la escasez podía deberse a situaciones a las que no se podía hacer frente solamente a escala nacional. Se precisaban recursos complementarios, por ejemplo, conjuntos de datos de ámbito mundial. A ese respecto era esencial la tecnología de teleobservación, pero, para lograr mejoras, se necesitarían medidas políticas interdisciplinarias, entre otras razones, porque los sectores de la agricultura y la energía influían de manera directa en la situación de los recursos hídricos.

34. Se impartió una ponencia sobre una iniciativa panafricana conjunta de la Unión Europea y la Unión Africana titulada “La GMES y África” en la que participaban 122 entidades de 47 países africanos. A raíz de ello había surgido una comunidad formada, sobre todo, por instituciones de servicio público y académicas que aumentaba sin cesar. Se disponía de una plataforma de capacitación en la que se ofrecían recursos gratuitos, incluidos cursos de capacitación. Se habían creado 12 consorcios distintos dedicados a temas concretos. En colaboración con asociados especializados de determinadas regiones de África, se habían organizado varias actividades de capacitación sobre asuntos relacionados con el agua, como el riego, la vigilancia de los humedales y las inundaciones fluviales.

35. La quinta sesión tuvo lugar el tercer día de la Conferencia. Dado el elevado interés que suscitaban la tecnología espacial, la escasez de agua y la sequía, la sesión estuvo dedicada por entero a ese tema. El primer segmento se centró en la sequía, las precipitaciones y la vegetación. A lo largo de seis ponencias se explicó cómo se estaban utilizando los datos satelitales para realizar evaluaciones hidrológicas. El análisis de varios puntos de todo el mundo sometidos a estrés hídrico había mostrado discrepancias entre los modelos mundiales y los modelos regionales o locales. Por ejemplo, mientras que el tamaño del lago Chad había menguado drásticamente desde el decenio de 1960, las investigaciones habían demostrado que la principal causa eran las precipitaciones y no la acción antrópica. Se habían creado diversos sistemas, como el Sistema Mundial de la OMM de Estado y Perspectivas de los Recursos Hídricos (HydroSOS), para integrar las evaluaciones hidrológicas y los datos obtenidos por otros medios y vincular los procesos decisorios y los de vigilancia. Esas herramientas proporcionaban productos a escala nacional y local que incluían proyecciones de, por ejemplo, las precipitaciones, la humedad del suelo y la capa de nieve.

36. Para estimar el crecimiento de los cultivos cuando no se disponía de datos *in situ* de calidad suficiente para generar simulaciones, se recurría a evaluaciones de las precipitaciones sobre la base de los datos satelitales, por ejemplo, en la zona keniana de la cuenca del lago Victoria. No obstante, puede que los datos de teleobservación aún no fueran suficientemente precisos como para ser considerados totalmente fiables. Así, en un estudio realizado en Tamil Nadu (India) para validar fuentes de datos de gran precisión con la ayuda de estaciones pluviométricas, se habían hallado diferencias entre los productos basados en los datos satelitales y las mediciones *in situ*. Con todo, podían utilizarse datos satelitales en un sistema de alerta temprana de sequías o como herramienta de vigilancia en apoyo de los programas gubernamentales de seguro contra las sequías destinados a los agricultores.

37. El segundo segmento de la quinta sesión constó de seis ponencias centradas en la escasez de agua y la sequía en las cuencas hidrográficas. La primera ponencia corrió a cargo de un representante del programa titulado Plataforma de las Naciones Unidas de Información Obtenida desde el Espacio para la Gestión de Desastres y la Respuesta de Emergencia (ONU-SPIDER). En 2018 se habían entregado a Ghana por medio de ONU-SPIDER varios mapas de las zonas inundables del río Volta Blanco elaborados por la comunidad espacial. En Namibia se había aplicado un índice del estado de la vegetación para hacer seguimiento de los efectos de las sequías en la salud de la vegetación. El orador destacó la importancia de las series cronológicas de datos para entender las tendencias a largo plazo de los índices de sequía y su correspondencia con los efectos



de las sequías. De igual modo, se habían utilizado los datos obtenidos con los satélites del Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea (Copernicus) para crear la herramienta Global Surface Water Explorer, cuya función era facilitar el cálculo de la extensión y la dinámica de las masas de agua interiores. Las Naciones Unidas habían adoptado el conjunto de datos del Global Surface Water Explorer como indicador oficial con el que vigilar los progresos en la consecución de la meta 6.6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

38. En las ponencias dedicadas a casos concretos, se demostró que los datos obtenidos mediante satélites podían servir para realizar estimaciones razonables respecto de zonas en las que solo se disponía de unos pocos pluviómetros. Se habían investigado las principales variables que influían en los recursos hídricos de la cuenca del Zambeze para determinar la manera de corregir sesgos en los datos satelitales y optimizar los parámetros de los modelos en relación con distintas fuentes de datos sobre las precipitaciones. En la cuenca del río Congo, en la que la población dependía en gran medida del río para abastecerse de agua, se habían utilizado imágenes satelitales para analizar el nexo entre la gran sequía de 2005 y 2006 y las dinámicas de las aguas superficiales en toda la cuenca. El objetivo de la investigación había sido comprender la variabilidad espaciotemporal estacional e interanual del caudal de agua dulce del río Congo y su relación con la dinámica climática a fin de determinar la distribución de los fenómenos extremos relacionados con el agua y caracterizarlos. Se estaba haciendo seguimiento de las sequías para apoyar la generación de energía hidroeléctrica, por ejemplo, en la presa hidroeléctrica de Mtera (República Unida de Tanzania), para lo cual se estaba utilizando un índice radiométrico específico derivado de los datos del satélite Landsat a fin de evaluar las fluctuaciones hídricas. En última instancia, se pretendía lograr que el funcionario de gestionar los recursos hídricos recibiese la información cronológica necesaria para adoptar las mejores decisiones posibles. Otro proyecto, titulado “Servir”, había permitido elaborar un modelo con el que determinar la cantidad de agua disponible para la agricultura y evaluar la escorrentía y el caudal básico. El modelo se podía utilizar de manera gratuita en una plataforma en línea que permitía al personal planificar y regular los recursos. Más adelante, esa herramienta también serviría para calcular la cantidad de aguas subterráneas disponible.

39. En el tercer segmento de la sesión se impartió una ponencia sobre la utilización de datos satelitales para evaluar los efectos de la escasez de agua y de las sequías en la vegetación y la agricultura. Los datos satelitales sobre la seguridad del abastecimiento de agua se referían principalmente a las precipitaciones, que se medían a intervalos de tiempo breves y en una escala reducida (p. ej. una vez por hora cada kilómetro); a la humedad del suelo, que se utilizaba en la agricultura para pronosticar las inundaciones y las malas cosechas; a las aguas subterráneas, lo que servía para localizar acuíferos; y al caudal y la disminución de los recursos por un bombeo excesivo. La evapotranspiración servía como indicador de la escasez de agua, por lo que su vigilancia resultaba útil para determinar la necesidad de riego. Los satélites permitían obtener datos con que medir el índice de salud de la vegetación y varios fenómenos que repercutían en la calidad del agua, como la floración de algas, a fin de respaldar la adopción de decisiones por las autoridades sanitarias. Algunos contaminantes no se podían vigilar directamente con satélites, pero muchos de ellos sí podían vigilarse desde el espacio aunque no fuesen visibles ópticamente.

40. Las sequías planteaban un peligro extremo en muchos países, como en Kenya, cuyo Presidente había declarado desastre nacional una sequía acontecida en 2021. Las herramientas de pronóstico temprano ayudarían a elaborar mejores planes de mitigación. Para las tareas, entre otras, de planificación, evaluación, vigilancia, gestión y cumplimiento de las medidas, se necesitaban datos que permitieran velar por la seguridad del abastecimiento de agua. Todas esas clases de aplicaciones requerían diferentes tipos de datos y plazos de tiempo concretos para atender las distintas necesidades. Obtener datos directamente de las observaciones satelitales ofrecía muchas ventajas, pero seguía siendo necesario obtener datos *in situ*, concretamente, para calibrar

los datos satelitales y, cuando estos no estaban disponibles, hacer interpolaciones. A menudo, para que los datos satelitales pudieran procesarse de manera fiable era necesario elaborar algoritmos diseñados para regiones concretas del mundo. En uno de los proyectos presentados, se habían evaluado los cambios sufridos por la vegetación en el Pakistán durante el monzón a lo largo de un período de 20 años, lo cual había permitido elaborar modelos de las tendencias futuras y pronosticar la gravedad de las sequías venideras.

41. El último segmento de la quinta sesión se centró en el tema de la tecnología espacial, la escasez de agua y la sequía y constó de tres ponencias. La sequía podía estar relacionada con fenómenos extremos compuestos derivados de diversas combinaciones de peligros, factores que influían en el proceso climático y factores sociales. La variabilidad climática, el cambio climático y la vulnerabilidad y la exposición a distintos riesgos estaban creando la peor combinación de condiciones posible. Los fenómenos extremos resultantes provocaban pérdidas económicas valoradas en varios miles de millones de dólares.

42. A diferencia de las inundaciones, las sequías eran un proceso lento, lo que dificultaba determinar las medidas que se debían adoptar en primer lugar y los efectos en los que convenía centrar la atención: ¿con cuánta frecuencia era admisible tomar medidas en vano? La Cruz Roja indicó que se centraba en la escasez de agua por sus efectos primarios en la vida cotidiana. En ese sentido, el trabajo humanitario era un entorno adecuado en el que formular preguntas de investigación significativas sobre la adopción temprana de medidas basándose en pronósticos, ya que ese trabajo se asentaba en la experiencia de las comunidades locales. Por ejemplo, se podía elaborar un “calendario de factores determinantes de la sequía” en el que se recomendase qué variables observar en cada época, cuándo adoptar qué decisiones y qué medidas adoptar a escala local. Para poder pasar de las políticas a la acción, seguía siendo muy necesario trabajar en la esfera de la gestión integrada de las sequías. Para vigilar el impacto de los riesgos de sequía se precisaba la participación de muchos asociados diferentes de diversos ámbitos. Aunque se podían obtener datos históricos a partir de imágenes proporcionadas por los organismos encargados de los satélites y obtener datos locales mediante redes automatizadas, también era necesario emitir pronósticos y proyecciones, así como integrar la alerta temprana en la gestión de las sequías. En sus respectivas ponencias, todos los oradores demostraron la utilidad excepcional de las imágenes satelitales de alta resolución y su pertinencia para poder elaborar modelos sólidos.

43. Se presentaron o anunciaron diversas iniciativas de ámbito continental o mundial, entre ellas, una reunión de la OMM que se celebraría en 2023 en Abiyán para apoyar a los Estados miembros en sus actividades relacionadas con la gestión integrada de las sequías. Para hacer frente a estas eficazmente, el mundo debía evolucionar de la gestión de las crisis a la gestión de los riesgos.

44. El último día, en la ceremonia de clausura, el Vicepresidente de Ghana señaló que el uso de aplicaciones de la tecnología espacial había avanzado de manera notable en los últimos años. El espacio ya era un producto básico a nivel mundial que podía y debía aprovecharse en aras del desarrollo socioeconómico. Desde los puntos de vista estratégico y económico, interesaba a los países en desarrollo invertir en la adquisición de capacidades espaciales para poder competir en la aldea global. La educación en las esferas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas era fundamental, y el futuro de la ciencia espacial dependía de lo que se enseñase en las escuelas de primaria y secundaria; la ciencia y la tecnología espaciales no debían estar circunscritas a las universidades. Durante la pandemia había quedado patente la importancia del agua para reducir la propagación de la COVID-19. Ahora en África eran cada vez más los entusiastas del espacio que estaban dispuestos a hacer frente a los nuevos retos que surgirían después de la pandemia. No se consideraba que Ghana fuese un país aquejado de estrés hídrico, pero sus masas de agua estaban contaminadas en un grado considerable, y era uno de los países de África Occidental más proclives a sufrir inundaciones. Estaba aumentando la frecuencia de las sequías, lo que planteaba problemas para la generación de energía hidroeléctrica y la agricultura. El Ministro de Educación y una oradora del Ministerio de Medio Ambiente, Ciencia, Tecnología e

Innovación de Ghana expresaron su esperanza de que la Conferencia propiciase en el país el diálogo en torno al uso de las aplicaciones de la tecnología espacial, en la cual estaba invirtiendo el Gobierno. En ese momento, las actividades pertenecientes a esa esfera tenían lugar bajo la autoridad de la Comisión de Energía Atómica de Ghana, pero el Gobierno se planteaba crear un organismo espacial. Varios oradores se refirieron al reciente proyecto de ley de Ghana sobre la política espacial y expresaron su interés en que se promulgase como ley.

45. Después de las ponencias dedicadas a la necesidad de fomentar la capacidad hubo una mesa redonda sobre las necesidades concretas de fomento de la capacidad en África. Un orador del Instituto de Ingeniería de Ghana resaltó la importancia de que los países en desarrollo adoptasen la ciencia y la tecnología espaciales. En varias iniciativas —por ejemplo, en las actividades del Grupo Africano de Observaciones de la Tierra (AfriGEO)— se daba prioridad a las necesidades de la región dentro de los programas correspondientes, haciendo especial hincapié en el desarrollo sostenible por medio de proyectos relacionados con la atención de la salud, la agricultura y la seguridad alimentaria. Un orador de la autoridad encargada de la ordenación de los recursos hídricos en Ghana explicó que, aunque cada comunidad tenía necesidades propias, para esa autoridad la prioridad seguía siendo la evaluación de los recursos, para lo cual precisaba de datos y de la capacidad de evaluarlos de un modo significativo. Ghana debía poner en marcha una iniciativa de fomento de la capacidad a largo plazo con el objetivo de que los datos se transmitiesen en un formato comprensible para el personal de las entidades encargadas de la ordenación de los recursos hídricos, para que pudiera beneficiarse de los servicios espaciales sin capacitación complementaria. Integrar conocimientos nuevos en lo que se enseñaba en las universidades de África llevaba tiempo y hacía preciso contar con personas que tuvieran la motivación suficiente para buscar esos conocimientos y aplicarlos en su labor cotidiana. Las barreras lingüísticas podían plantear dificultades, ya que en algunos países africanos se hablaban más de 50 idiomas. Los oradores coincidieron en que era necesario encontrar maneras de validar los datos satelitales sobre la calidad del agua y mejorar las sinergias, por ejemplo, mediante actividades orientadas a la oferta de servicios climáticos.

46. Dos ponentes explicaron cómo se habían evaluado las necesidades de los usuarios de los servicios relacionados con las aguas interiores en el marco de Copernicus y de la Iniciativa Mundial de Datos sobre el Agua de la OMM. Los usuarios locales precisaban datos de teleobservación fiables para contrastarlos con las mediciones tomadas sobre el terreno y calibrar sus algoritmos. Esas necesidades encajaban con las de la comunidad de expertos en teleobservación, que precisaban contenido *in situ*. Se habían celebrado cursos prácticos para recabar opiniones sobre las necesidades de los usuarios y verificar junto con las partes interesadas la validez del plan propuesto de prestación de servicios. La clave era entender a los usuarios mediante la interacción con ellos, y como parte de esa labor se necesitaban procesos de retroalimentación que permitieran determinar lo que necesitaban en sus procesos decisorios. Las necesidades de información de los usuarios se reflejaban en unos productos y metas de vigilancia que se habían integrado en un proceso iterativo dotado de mecanismos de retroalimentación. Para ello se había recurrido a grupos de la OMM de coordinación regional sobre las necesidades en materia de datos satelitales que estaban afianzados, así como a expertos nacionales.

47. En el debate celebrado a continuación se mencionó el ejemplo de las necesidades de los usuarios para la ordenación de los recursos hídricos en Ghana, donde los organismos encargados de los recursos hídricos y del saneamiento estaban fragmentados: en las comunidades pequeñas se utilizaba una multitud de sistemas hídricos independientes, lo que complicaba la adopción de nuevas prácticas. Se abogó por “moldear” a las comunidades mediante una labor activa que ayudase a fomentar la capacidad de utilizar los datos satelitales en los entornos operacionales; en las misiones de observación de la Tierra, durante el proceso de diseño y desarrollo se colaboraría primeramente con las comunidades de usuarios finales y después, en la etapa de explotación de cada misión, se mantendría un contacto más estrecho con esas comunidades. Los proveedores de tecnologías satelitales deberían analizar los beneficios potenciales para los distintos tipos de agentes de cada comunidad y asociarse

con “usuarios promotores” que pudiesen servir como “embajadores” de la solución de que se tratase. Los usuarios finales no necesitaban saber si los datos provenían de un satélite; la cuestión era que los distintos proveedores de datos pudieran confiar en la validez de sus fuentes de información.

48. Los panelistas coincidieron en que la definición de las necesidades de los usuarios no era un proceso unidireccional, sino un ejercicio de intercambio y uso compartido de conocimientos que incluía la covalidación. Mantener la comunicación con distintos tipos de usuarios no era fácil: el público en general, los expertos y las personas con cargos directivos tienen sus respectivas necesidades de información nueva adecuada. Además, se debería ofrecer contenido periódicamente para recibir opiniones de manera continua y no una sola vez. Puesto que las necesidades eran tan variadas, la clave estaba en encontrar a miembros de la comunidad que colaborasen con organizaciones capaces de dar cabida a distintos puntos de vista y definir las prioridades. Una vez la información estuviera disponible, tampoco sería fácil que los usuarios la aprovecharan adecuadamente.

49. Los presidentes de las sesiones dedicadas a los cinco temas de la Conferencia y de las dos mesas redondas ofrecieron una sinopsis de las principales recomendaciones. Los panelistas hicieron notar que poner las investigaciones a disposición del público, es decir, publicarlas en línea, no bastaba para que quienes adoptaban medidas concretas dedicadas a proteger los recursos hídricos pudieran entender la información. Difundir experiencias positivas sería una estrategia más eficaz para comunicarse con los legos en la materia y convencerlos. Puesto que las capacidades de las herramientas basadas en la tecnología espacial se habían incluido recientemente en los planes de estudio académicos, se necesitaba tiempo para que se conocieran mejor. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre resaltó que el portal Space4Water y su creciente comunidad de partes interesadas contribuían activamente a lograr esos objetivos. Las Naciones Unidas y otros agentes internacionales podían mediar entre los expertos técnicos y las máximas autoridades políticas; cuando fueran conscientes de lo que estaba disponible, esas autoridades podrían proponer incentivos para la adopción de la tecnología que repercutiesen de manera positiva en las entidades de ámbito local.

50. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y los coorganizadores locales de la Universidad de Energía y Recursos Naturales concluyeron la Conferencia con un resumen de las ponencias y una sinopsis de las funciones desempeñadas por quienes habían participado en la preparación del evento. Se alentó a los participantes a que remitieran por escrito sus opiniones utilizando un formulario en línea al efecto.

## **VI. Conclusiones y enseñanzas extraídas**

51. La Conferencia ofreció una visión panorámica de las maneras en que la observación de la Tierra desde el espacio podía ayudar a mejorar la ordenación de los recursos hídricos. En las ponencias se presentaron varias herramientas, se explicaron las investigaciones más recientes y se dieron a conocer varios recursos disponibles e iniciativas fructíferas.

52. Las charlas relámpago (véase el párr. 14) permitió que participasen más ponentes y dio a los oradores más jóvenes y menos experimentados la oportunidad de contribuir al evento.

53. Aunque el formato híbrido del evento planteó el desafío de implicar al público conectado por Internet en las sesiones que tenían lugar en Accra y las interacciones fueron limitadas, el uso de la plataforma en línea permitió que contribuyese al acto una gama de participantes más variada. A lo largo de la Conferencia, los organizadores se valieron de un canal de chat para mantener interacciones en vivo con el público conectado por Internet, publicar enlaces al material de referencia y responder a preguntas. Algunos problemas técnicos ocurridos en Accra, como cortes energéticos y limitaciones del ancho de banda de Internet, afectaron a la experiencia del público en línea durante períodos breves. Conscientes de que podían surgir tales problemas

técnicos, los organizadores habían habilitado la posibilidad de descargar el material de las ponencias antes de que estas se pronunciasen, lo cual mejoró notablemente el acceso a la información para quienes se conectaron por Internet.

54. La valoración de los participantes fue abrumadoramente positiva, pues dieron al evento una puntuación de 4,48 sobre un máximo de 5 puntos. Se recibieron palabras de agradecimiento de los oradores y los asistentes, sobre todo de los presentes en Acra.

---