



Asamblea General

Distr. general
5 de noviembre de 2021
Español
Original: inglés

Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Informe sobre la Conferencia Naciones Unidas/España/Unión Astronómica Internacional sobre Cielos Oscuros y Silenciosos para la Ciencia y la Sociedad

(La Palma (España) (en línea), 3 a 7 de octubre de 2021)

I. Introducción

1. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría organizó la Conferencia Naciones Unidas/España/Unión Astronómica Internacional (UAI) sobre Cielos Oscuros y Silenciosos para la Ciencia y la Sociedad como parte de las actividades del Programa de las Naciones Unidas de Aplicaciones de la Tecnología Espacial.
2. A raíz de la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19), la conferencia fue aplazada de 2020 a 2021. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y el Gobierno de España acordaron celebrar la conferencia en forma de evento híbrido, con algunos asistentes en Santa Cruz de La Palma y la transmisión del evento por Internet para un número mayor de participantes. Debido a la erupción del volcán Cumbre Vieja en La Palma, que comenzó el 19 de septiembre y trastocó las actividades en la isla, la conferencia acabó celebrándose íntegramente en línea, los días 3 a 7 de octubre de 2021.
3. El evento fue organizado conjuntamente por el Gobierno de España y la UAI. Contó con el apoyo del Instituto de Astrofísica de Canarias en calidad de organizador local, y con el copatrocinio del Cabildo de La Palma, el Ayuntamiento de Santa Cruz y la Fundación Starlight.
4. El presente informe describe los objetivos de la conferencia e incluye detalles sobre la asistencia y un resumen de las presentaciones y los debates, así como las conclusiones y observaciones.

II. Antecedentes y objetivos

5. En 2017 la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos acordó que la Oficina organizara, junto con la UAI, una conferencia sobre el tema general de la contaminación lumínica.
6. En 2020, mientras los viajes estaban restringidos durante la crisis de la COVID-19, el comité organizador científico de la conferencia organizó el curso práctico en línea Cielos Oscuros y Silenciosos para la Ciencia y la Sociedad, del 5 al 9 de octubre de 2020. Los participantes debatieron sobre el impacto que tienen en la astronomía tres clases de interferencias: a) la luz artificial nocturna; b) el gran número de satélites



de órbita baja; y c) las emisiones en longitudes de onda de radio. Teniendo en cuenta los resultados iniciales y los comentarios recibidos, los grupos de trabajo del comité científico organizador elaboraron un informe que fue publicado por la UAI en enero de 2021. Las recomendaciones del informe fueron presentadas por Chile, Eslovaquia, España, Etiopía, Jordania y la UAI a la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos en su 58º período de sesiones, celebrado en abril de 2021, en un documento de sesión titulado “Recomendaciones para mantener los cielos oscuros y silenciosos para la ciencia y la sociedad” (A/AC.105/C.1/2021/CRP.17).

7. La conferencia celebrada del 3 al 7 de octubre de 2021 se centró en las acciones técnicas y normativas vinculadas a esas recomendaciones, en particular, determinar cuáles serían las partes interesadas y los asociados que tendrían que colaborar con el fin de poner en práctica soluciones satisfactorias para preservar los cielos oscuros y silenciosos. El programa de la conferencia incluyó presentaciones de los grupos de trabajo del comité científico organizador, charlas de ponentes invitados y contribuciones seleccionadas mediante una convocatoria de resúmenes.

8. La conferencia supuso una oportunidad para conocer diversos puntos de vista y para que las partes interesadas presentaran sugerencias, de modo que los Estados miembros de la Comisión pudieran estar mejor informados sobre las diversas cuestiones que se examinaron.

III. Asistencia

9. Se inscribieron para asistir a la conferencia y recibieron acceso a la plataforma de comunicación en línea un total de 724 personas, de las cuales el 32 % eran mujeres.

10. Estuvieron representados los 76 países siguientes: Alemania, Arabia Saudita, Argelia, Argentina, Armenia, Australia, Austria, Azerbaiyán, Bangladesh, Belarús, Bélgica, Brasil, Brunei Darussalam, Burkina Faso, Camerún, Canadá, Chad, Chile, China, Chipre, Colombia, Croacia, Egipto, Eslovenia, España, Estados Unidos de América, Etiopía, Federación de Rusia, Filipinas, Francia, Ghana, Grecia, Guatemala, Honduras, Hungría, India, Indonesia, Irán (República Islámica del), Irlanda, Italia, Japón, Jordania, Kenya, Líbano, Libia, Malasia, Malta, Marruecos, México, Nepal, Nigeria, Nueva Zelandia, Países Bajos, Pakistán, Panamá, Perú, Polonia, Portugal, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República de Corea, República Dominicana, República Unida de Tanzania, Rumania, Serbia, Sri Lanka, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Tailandia, Túnez, Turquía, Ucrania, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de), Yemen y Zimbabwe. También estuvo representada en la conferencia la Provincia China de Taiwán.

11. La asistencia en línea fue variable, según las zonas horarias de todo el mundo; en el momento de máxima asistencia, estaban conectados simultáneamente unos 140 participantes.

12. Se invitó a los asistentes a utilizar la plataforma en línea para formular preguntas por escrito a los ponentes durante los debates; los organizadores utilizaron el mismo medio para proporcionar información complementaria, siempre que fuera pertinente.

IV. Programa

A. Sinopsis

13. El programa incluyó sesiones de presentación, mesas redondas y sucintas presentaciones de carteles. En primer lugar se trataron distintos aspectos relacionados con la luz artificial nocturna; a continuación hubo debates y se formularon recomendaciones sobre los efectos de las constelaciones satelitales en la astronomía y la radioastronomía.

14. La presentación de carteles, concebida como el equivalente en línea de una presentación visual de tipo presencial, aumentó el número de iniciativas presentadas y también facilitó la exposición a los ponentes menos experimentados.

15. La duración total del evento fue de 28 horas a lo largo de cinco días. En él participaron 69 oradores (22 mujeres y 47 hombres).

16. Todas las ponencias se publicaron en el sitio web de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría una vez concluido el evento (www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2021/2021_dark_skies.html, en inglés únicamente).

B. Bienvenida y apertura

17. El evento comenzó con un discurso de bienvenida del Director del Instituto de Astrofísica de Canarias, en calidad de organizador local y en nombre de España. El orador recordó que hacía décadas que los ciudadanos de La Palma venían apoyando las actividades astronómicas y lamentó las circunstancias excepcionales que habían hecho que la conferencia se celebrase íntegramente por Internet.

18. A continuación pronunció un discurso de bienvenida un representante de la UAI, en nombre del comité científico organizador. El orador recordó a los asistentes que en la página web de la UAI (www.iau.org/static/publications/dqskies-book-29-12-20.pdf, en inglés únicamente) estaba disponible un informe detallado del curso práctico en línea celebrado en octubre de 2020. Ese informe contenía recomendaciones cuya aplicación se examinaría más a fondo durante la conferencia.

19. Tras dar la bienvenida a los asistentes, un representante de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre explicó la razón de ser de la conferencia. Expuso las peculiaridades del trabajo de la Comisión y el hecho de que varias delegaciones habían señalado a la atención de esta la cuestión de los cielos oscuros y silenciosos. En su 58º período de sesiones, la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos había alentado a la Oficina a colaborar a este respecto con todos los interesados pertinentes, como la UAI y otros, y a presentar a la Subcomisión, para que esta los examinara, los resultados de esa colaboración, incluidas las conclusiones para proseguir el debate sobre la cuestión. En ese sentido, la conferencia podría contribuir a un debate centrado en las oportunidades de cooperación internacional. De conformidad con el acuerdo a que llegó la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos en su 58º período de sesiones, la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre también organizaría el simposio de la industria en el 59º período de sesiones de la Subcomisión, en 2022, sobre la cuestión de los cielos oscuros y silenciosos.

C. Luz artificial nocturna

20. La sesión 1 trató sobre la creciente amenaza que suponía la luz artificial nocturna y la forma en que afectaba al mundo natural. La contaminación lumínica era un factor que contribuía a importantes problemas como la extinción de insectos y la emisión innecesaria de dióxido de carbono. Además de afectar a la astronomía, tenía repercusiones en el patrimonio cultural de la humanidad, al borrar el cielo nocturno. La luz artificial nocturna, especialmente la luz azul procedente del alumbrado por diodos emisores de luz, había aumentado rápidamente, y las proyecciones indicaban que seguiría aumentando. Los nichos ecológicos se veían directamente afectados, ya que la luz artificial alteraba la forma en que los animales escogían su hábitat, buscaban alimento y migraban. La luz afectaba a los ritmos circadianos, que influían en las hormonas y los ritmos estacionales, lo que repercutía directamente en la reproducción. En los océanos, la luz interfería con la migración del zooplancton, que evitaba la luz. Los animales que utilizaban las estrellas para navegar, especialmente las aves migratorias que se orientaban por la luz de la Vía Láctea, perdían tiempo y energía cuando desaparecía esa referencia. La luz artificial nocturna también afectaba por completo a la fisiología de los insectos; actualmente se estaba estudiando su papel en la

disminución de las poblaciones. La conciencia sobre las repercusiones negativas en la salud humana también iba aumentando poco a poco. La contaminación lumínica debía reducirse de forma integral, no solo reduciendo la temperatura del alumbrado sino también teniendo en cuenta dónde y cuándo era realmente necesario ese alumbrado. La contaminación lumínica era un problema que podía resolverse de tal modo que se ahorrasen recursos. Mientras que algunas ciudades ahorraban energía y reducían costos al diseñar la iluminación exterior de forma que disminuyese la contaminación generada a nivel local, la contaminación procedente del espacio causada por los satélites que reflejan luz suponía una amenaza incipiente que requería la colaboración internacional.

21. La sesión 2 trató sobre la protección de los emplazamientos astronómicos. Se presentaron las experiencias de varios observatorios astronómicos. Como a menudo recibían financiación de varios países y eran construidos en otro, la comunidad de astrónomos consideraba que era necesario un acuerdo internacional sobre las medidas para proteger los emplazamientos astronómicos de la luz artificial nocturna. Los cuatro ponentes explicaron sus respectivas experiencias como se indica a continuación:

a) En los Estados Unidos, los observatorios más nuevos se habían ubicado en lugares donde la contaminación lumínica era limitada; a pesar de ello, las medidas debían orientarse a invertir el actual aumento de dicha contaminación, adecuando la iluminación a las necesidades, con un control activo para reducir la luz cuando no sea necesaria, incluso mediante límites máximos y franjas horarias. No debía proyectarse ninguna luz por encima del plano horizontal. En las zonas cercanas a los observatorios (por ejemplo, a menos de 30 km), el uso de determinados colores de luz debía estar justificado y debían establecerse zonas concéntricas con niveles crecientes de restricciones. El diseño del alumbrado no debía superar el 20 % del mínimo estrictamente necesario para la seguridad, y el haz luminoso debía orientarse hacia donde fuera necesario y estar diseñado específicamente para el entorno local;

b) En España se había firmado una Ley del cielo para proteger la oscuridad del cielo en las Islas Canarias; la reglamentación correspondiente había entrado en vigor en 1992. La zona protegida incluía toda la isla de La Palma y partes de Tenerife; la Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo se encargaba de velar por el cumplimiento de las medidas, con un seguimiento continuo e inspecciones sobre el terreno. El marco regulatorio fue posible gracias a un firme respaldo a nivel político, un gran esfuerzo de comunicación y el apoyo local de la población de las islas;

c) En 2018 Marruecos había puesto en marcha un proyecto para crear en la región del Atlas una reserva de cielo oscuro, protegida de la contaminación lumínica de Marrakech, Agadir y Ouarzazate. El proyecto había comenzado midiendo la iluminación de las localidades y evaluando los problemas. Se esperaba obtener el reconocimiento de la International Dark-Sky Association en 2023;

d) En China se estaba trabajando en la elaboración de normas para la protección del cielo oscuro a nivel nacional y para convencer a las administraciones locales de que apliquen topes de iluminación. Algunas rutas de tráfico aéreo se habían modificado con el fin de proteger la astronomía. En última instancia, podría ser necesario trasladar los observatorios a nuevos emplazamientos en zonas menos pobladas. En cuanto a la radioastronomía, China medía y mitigaba las interferencias radioeléctricas y estaba estudiando la creación de zonas de silencio radioeléctrico.

22. La sesión 3 trató sobre el impacto de la luz artificial nocturna en el medio biológico, en los ritmos circadianos de los seres humanos y los animales, y en la salud humana en general. La luz artificial nocturna exterior era un contaminante y debía tratarse como tal: en lugar de seguir intentando reducir la luz artificial nocturna punto por punto, sería más eficaz adoptar un enfoque global, con umbrales definidos científicamente y coordinación en el plano internacional, ya que la luz artificial nocturna seguía aumentando en todo el mundo. La contaminación lumínica, en su mayor parte, se debía a una iluminación mal planificada y mal controlada. Los ponentes explicaron los efectos de la luz en el ritmo circadiano humano: el ciclo era ligeramente superior a 24 horas y se reajustaba con la luz cada día. La melatonina, que regulaba el reloj

fisiológico, era inhibida por la luz durante el día; la luz durante la noche interrumpía su secreción. La Organización Mundial de la Salud había declarado que la alteración de los ritmos circadianos eran un carcinógeno de clase 2, debido a su relación con diversas enfermedades. Por consiguiente, algunas sociedades médicas habían recomendado eliminar la luz azul de las fuentes de iluminación con el fin de proteger la salud humana. Se habían empezado a acumular pruebas de que las células cancerosas humanas se desarrollaban cuando se suprimía la melatonina, y se habían observado efectos semejantes en otras especies de animales. Un ponente explicó que ya existía la tecnología necesaria para reducir ese impacto negativo en la salud; sin embargo, la industria de la iluminación por ahora no estaba obligada a evaluar el impacto medioambiental de su tecnología y podría no acoger con agrado una restricción de ese tipo.

23. La sesión 4 trató sobre los oasis de cielo oscuro; en ella se presentaron las mejores prácticas de Alemania, Nueva Zelanda y España y se explicó cómo diseñar un alumbrado responsable con el medio ambiente. Además de los astrónomos y de los aficionados a la observación de las estrellas, las partes interesadas en materia de salud pública ya se habían implicado en esta cuestión. El resplandor del aire se medía en candelas por metro cuadrado (luminancia); cualquier valor superior a 1 microcandela por metro cuadrado se consideraba un cielo con contaminación lumínica. Esto significaba que aproximadamente el 80 % de la población mundial vivía en zonas contaminadas por la luz. En condiciones ideales, los observatorios astronómicos estarían situados en zonas que no superasen en más del 10 % el resplandor natural del aire, mientras que otras zonas podrían tolerar niveles más brillantes; sin embargo, las administraciones locales no estaban bien equipadas ni informadas sobre este problema, que realmente supone una crisis de alcance mundial. Mediante directrices sólidas, como un convenio en materia de iluminación, aplicables a los oasis de cielo oscuro y a los entornos urbanos, los Estados podrían seguir los protocolos establecidos a nivel mundial. También se podría definir un objetivo de desarrollo sostenible relativo a la calidad del cielo nocturno, como propone la Fundación Starlight en España. El astroturismo se ha desarrollado de forma constante. Por ejemplo, alrededor del 10 % de los ingresos totales del turismo en La Palma proceden del astroturismo. En Nueva Zelanda se ha desarrollado el astroturismo en la zona de Tekapo, con resultados semejantes. El astroturismo podría compensar la estacionalidad del turismo y contribuir a evitar la despoblación. En Alemania, donde cerca del 44 % de la población no podía ver la Vía Láctea, la medición de la luminosidad del cielo en los parques naturales había motivado la decisión de crear reservas de cielo oscuro, y cada vez era mayor el número de comunidades interesadas en sumarse a ellas. Los ministerios de medio ambiente de Dinamarca, Alemania y los Países Bajos estaban en vías de reducir las emisiones de luz en el mar de Wadden, declarado sitio del Patrimonio Mundial por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. La investigación interdisciplinaria sobre el desarrollo de la iluminación se encontraba actualmente en las primeras fases de desarrollo y aún no se había traducido en legislación. Era necesario que la iluminación se diseñase de forma respetuosa con el medio ambiente a fin de mejorar el alumbrado público, la iluminación de edificios e instalaciones deportivas, los anuncios publicitarios luminosos, la iluminación paisajística, las luces de seguridad y la iluminación de eventos. Hasta la fecha, las normativas publicadas en general solo abordaban algunos parámetros. Se necesitaban herramientas de fácil acceso para medir la iluminación, con directrices para un alumbrado responsable, un marco regulatorio y más financiación para las investigaciones interdisciplinarias.

24. Se presentaron dos carteles, sobre la mitigación de la contaminación lumínica en el Uruguay y sobre el efecto de la luz artificial nocturna en los sistemas de comunicación de los animales.

25. En la sesión 5 se trató la medición y la elaboración de modelos de la luz artificial nocturna. Las mediciones para la vigilancia regional podían realizarse desde el espacio, desde aeronaves o en tierra, con dispositivos sencillos que midieran la luminosidad del cielo en una sola dirección. Dichos dispositivos estaban disponibles en el comercio y podían utilizarse en redes, una vez calibrados. También estaban fácilmente disponibles

a un precio asequible otros dispositivos, como los objetivos de ojo de pez, que permitían hacer mediciones de “todo el cielo”. Se necesitaba un modelo del cielo natural para evaluar la luz añadida procedente de la luz artificial nocturna: se estaba elaborando un modelo de ese tipo basado en observaciones por satélite, mientras que otros modelos tenían en cuenta diversos componentes de la contaminación lumínica (luz directa, luz indirecta y luz reflejada o dispersada por aerosoles y moléculas, como la sal marina o el hollín). Ese modelo era sumamente complejo y requería una intensa labor de cálculo; se estaba poniendo a punto una versión simplificada adecuada para los no expertos.

26. Se presentaron tres carteles. En ellos se abordaba la medición de la contaminación lumínica en Indonesia, donde se trata de un tema relativamente nuevo; una propuesta para establecer un observatorio astronómico en el sur de Túnez, y cómo medir los cambios en la emisión espectral y angular de la infraestructura de alumbrado de las ciudades para vigilar la aplicación de la normativa.

27. La sesión 6 fue una síntesis de las recomendaciones propuestas para reducir la luz artificial nocturna. Las recomendaciones en cuanto a las medidas necesarias para proteger los lugares de interés astronómico, los oasis de cielo oscuro y el bioambiente eran muy similares. En lugar de proponer gran número de recomendaciones técnicas distintas, se propuso que se tuvieran en cuenta los siguientes principios: a) elaborar un plan maestro de iluminación y un diseño eficiente; b) utilizar el control adaptativo y el ajuste espectral de la luz, especialmente con el fin de limitar la luz azul; c) definir las clases de iluminación nominal y adaptativa para las zonas exteriores con recomendaciones basadas en la investigación respecto de cada nivel de iluminación relacionado con la seguridad; d) adoptar un sistema de zonificación con límites asociados; e) limitar el resplandor del cielo para las zonas protegidas; f) limitar la iluminación de las fachadas de los edificios y la iluminación de colores, apantallando toda la luz exterior; g) medir y controlar la luz con un sistema de metrología normalizado; h) planificar los vuelos comerciales y militares de modo que queden excluidas las zonas próximas a los observatorios; i) apoyar la investigación, en particular los estudios interdisciplinarios en materia de iluminación, medicina y medio ambiente, sobre los efectos de la luz artificial nocturna; y j) definir metas a largo plazo, con una estrategia encaminada a garantizar la mitigación de los efectos no deseados.

28. Después del resumen se hicieron tres presentaciones. La Comisión Internacional del Alumbrado trabajaba con el Comité Internacional de Pesos y Medidas y la Organización Internacional de Normalización; reunía a expertos del mundo académico y de la industria para elaborar declaraciones de posición, publicaciones técnicas y normas internacionales, conciliando los intereses de distintas partes interesadas. La aplicación de las leyes exigía una legislación basada en medidas bien definidas y documentadas. A su vez, las mediciones requerían una cantidad de medida definida, dispositivos adecuados y una definición de la incertidumbre y de los procesos de evaluación de la conformidad de los instrumentos. Los instrumentos que se utilizaban en la actualidad con frecuencia habían sido diseñados para un propósito diferente: necesitaban una calibración adecuada, trazabilidad y formas de evaluar la incertidumbre en las mediciones. La Comisión Internacional del Alumbrado había publicado hace tiempo unas directrices para minimizar el resplandor del cielo, que habían sido adoptadas por algunos reguladores y legisladores. La Comisión también había definido un plan director en materia de iluminación urbana y establecimiento de zonas de iluminación como parte de un documento marco para la formulación de políticas. Durante el debate, se manifestó cierto escepticismo sobre si las normas estaban basadas en pruebas y se plantearon dudas sobre los conflictos de intereses. El representante de la Comisión aclaró que los documentos se aprobaban por consenso entre todos los miembros y que los documentos más antiguos debían ser actualizados a la luz de las nuevas investigaciones.

29. En la sesión 7 se presentaron propuestas de política y opciones jurídicas. Durante el debate, los expertos propusieron que se considerase la luz artificial nocturna como un contaminante. En caso de que se la reconociera como tal, se le aplicarían las leyes y los reglamentos medioambientales conexos a nivel internacional, nacional y regional. Podría definirse una cuota admisible de luz artificial nocturna que estuviera asociada,

por ejemplo, a medidas fiscales o a un sistema de comercio de derechos de emisión. Durante las deliberaciones surgió repetidamente la idea de una evaluación del impacto ambiental, que obligaría a las partes interesadas a tener en cuenta las repercusiones de su actividad y permitiría a los ciudadanos participar en el proceso. Al hablar de la pertinencia del exceso de iluminación, los ponentes destacaron que la luz impedía la observación del espacio ultraterrestre. Dado que el espacio ultraterrestre era un elemento de activación e inspiración para la ciencia, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos era un vehículo para crear mayor conciencia sobre la necesidad de reducir la luz artificial nocturna por muy diversas razones.

30. Los tres ponentes debatieron distintas opciones de aplicación, entre ellos los incentivos económicos basados en el interés propio, los sistemas de comercio de derechos de emisión y un “impuesto sobre la luz”. No había un modelo único de gobernanza que pueda funcionar en todas partes y a todos los niveles. El método más sencillo sería utilizar la infraestructura legal existente, por ejemplo integrando la luz artificial nocturna en las directrices y los reglamentos de las leyes ambientales y las leyes sobre salud. Dado que se plantearían objeciones y después se concederían exenciones, la aplicación debería realizarse gradualmente, por fases. Las medidas preventivas encaminadas a detener la iluminación inadecuada o prohibir los productos deficientes debían aplicarse junto con medidas reactivas a cargo de organismos de control debidamente dotados de recursos, con el fin de evitar un uso indebido deliberado y trasladar los costos de la reparación de daños al propietario de la luz. La aplicación debía basarse en parámetros sencillos, como la lectura de una etiqueta, más que en mediciones técnicas. La educación era fundamental, pero también había que promulgar legislación en varios niveles, desde normas internacionales hasta ordenanzas locales. Los Estados podrían poner en marcha un tratado, pero al mismo tiempo las ventajas locales derivadas de mantener la oscuridad del cielo justificarían las decisiones locales, como en el caso de las zonas rurales interesadas en el astroturismo.

31. En la sesión 8 se ofrecieron ejemplos de aplicación nacional y regional de las políticas nacionales de limitación de la luz artificial nocturna:

a) Los observatorios del norte de Chile se veían amenazados por el aumento de la luz artificial nocturna en las poblaciones cercanas. Chile había decidido prohibir la luz azul en la región y restringir la iluminación de las instalaciones deportivas. Se estaba elaborando una nueva ley, pero la aplicación seguía siendo problemática. El astroturismo estaba bien desarrollado en el norte de Chile y contaba con la participación de las comunidades locales; estas comunidades, a su vez, tenían un claro interés en proteger los cielos oscuros;

b) En España, además de la ley de protección de las Islas Canarias, existían leyes de ámbito regional. La contaminación lumínica estaba incluida en la legislación ambiental, pero no se había previsto ningún mecanismo de reparación de daños, y los legisladores españoles veían una diferencia formal entre la contaminación atmosférica y la lumínica;

c) En Portugal, la luz artificial nocturna a lo largo de la costa había aumentado considerablemente, de forma no correlacionada con el aumento de la población, sino sobre todo como resultado del paso a la tecnología de diodos emisores de luz. Se utilizaban programas de educación en las escuelas para crear más conciencia sobre esta cuestión. El Parlamento había debatido sobre este tema, pero aún no había legislado al respecto, mientras que la agencia medioambiental portuguesa carecía de competencias en materia de luz artificial nocturna;

d) En Italia existían varias leyes de ámbito regional sobre la contaminación lumínica. Una de las regiones precursoras había sido Lombardía, donde se habían recogido 25.000 firmas para solicitar una ley; sin embargo, era preciso actualizar la propuesta para tener en cuenta la luz azul y también había que controlar la cantidad total de luz producida;

e) En el suroeste de los Estados Unidos y en Hawái, un mosaico normativo determinaba quién tenía el control de la iluminación y dónde, siempre en el marco de la legislación federal. Flagstaff fue la primera “ciudad internacional de cielo oscuro” que promulgó ordenanzas para minimizar la contaminación lumínica; en Hawái se habían aplicado varias leyes en el nivel local que exigían apantallamiento e imponían límites al espectro. A menudo era posible lograr un buen resultado sin requisitos legales, sobre todo porque la readaptación del alumbrado público supone un ahorro económico;

f) En enero de 2020, Francia había puesto en marcha una ley de ahorro energético con medidas específicas para reducir la luz artificial nocturna. La Asociación Nacional para la Protección del Cielo Nocturno y el Medio Ambiente también había creado una etiqueta de “pueblos y ciudades estrellados” que fue adoptada por 13.000 localidades donde se apagaba el alumbrado público durante ciertas horas, por ejemplo de 23.00 horas a 5.00 horas;

g) En Alemania, la disminución de las poblaciones de insectos había llevado al Gobierno a definir un programa de acción. Existían leyes a nivel regional, con medidas restrictivas y un concepto de iluminación “respetuosa con los insectos” (limitada en el tiempo, dirigida solo hacia abajo, con una temperatura inferior a 3.000 kelvin y sin luz ultravioleta). La ley federal de protección de la naturaleza de junio de 2021 incluía el concepto de proteger a los animales de la luz artificial nocturna, pero no se regulaba qué podía iluminarse y cuándo, y no existía una “policía de la iluminación”.

32. La sesión 9 fue una mesa redonda en la que los ponentes debatieron sobre cómo elaborar un documento con recomendaciones y sobre la mejor manera de señalar el tema a la atención de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos. Trabajar dentro de los marcos existentes podría reducir la resistencia al cambio: ya había ejemplos de buena legislación contra la luz artificial nocturna y la presión social podría convencer a los Gobiernos para que adoptasen medidas. La relación de estas cuestiones con la salud humana les daba una dimensión universal. Sería beneficioso realizar más actividades de concienciación, ya que convencer a las poblaciones locales era indispensable para la aplicación y el cumplimiento. Desde el punto de vista técnico, las recomendaciones eran muy claras; debían indicar explícitamente si el objetivo principal era detener el crecimiento de la luz artificial nocturna o bien reducirla por completo. Se podían utilizar varios canales para argumentar el caso ante los Gobiernos y los ponentes señalaron que, aunque muchos reconocen que los satélites son una cuestión que incumbe a la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, la luz artificial nocturna debía tener el mismo reconocimiento. Como en muchos lugares no se tenía acceso al espacio ultraterrestre más que para ver las estrellas, habría que debatir si el hecho de poder ver las estrellas formaba parte del uso del espacio ultraterrestre.

D. Constelaciones de satélites

33. En la sesión 10 se abordaron las observaciones de las constelaciones de satélites y el tipo de tratamiento de datos y programas informáticos que necesitarían los astrónomos para mitigar sus efectos. Mientras que la gestión del tráfico espacial era una cuestión fundamental en el caso de las constelaciones, había dos aspectos importantes para la astronomía: la luz solar reflejada y los efectos de las frecuencias radioeléctricas. Se estaban elaborando repositorios de datos abiertos para los productos de datos astronómicos afectados por los satélites. En cuanto a la puesta en común de los datos en dichos repositorios, los astrónomos preferirían que los operadores de satélites proporcionasen información orbital cada ocho horas, de forma normalizada y con fijación de límites de error. Algunos ponentes explicaron sus actividades de información a astrónomos y educadores sobre las observaciones de las constelaciones satelitales. Se estaban elaborando programas informáticos para ayudar a planificar las observaciones de modo que sufran la mínima perturbación, o para cuantificar el efecto de los satélites en los datos de las observaciones. Esa actividad estaba bien definida, pero necesitaba voluntarios y recursos para seguir adelante. Los numerosos vehículos espaciales de las futuras constelaciones tendrían efectos en las observaciones, a veces radicales: algunos

satélites eran lo suficientemente oscuros como para no dejar una estela, pero seguían oscureciendo el fondo. En situaciones concretas, como la observación del tránsito de Venus o Mercurio por delante del Sol, la observación no podía esperar a que el satélite abandonase el campo visual del telescopio. Los astrónomos tenían el propósito de seguir trabajando con todos los operadores interesados y esperaban que los operadores de satélites financiaran el establecimiento de repositorios de datos o que los Estados aportasen fondos para esas investigaciones.

34. Durante la sesión 11 prosiguió el examen de las observaciones desde satélites, con aportaciones de ocho ponentes. En las observaciones realizadas en Chile, coordinadas con la República de Corea, España y Viet Nam, se comparó el brillo de los satélites de distintos diseños de las constelaciones Starlink y OneWeb y se midió si su magnitud era inferior a 7. Otros realizaron simulaciones de la magnitud aparente de los satélites: cuanto más alta era su órbita, más brillantes eran. El Satélite de vigilancia de los objetos cercanos a la Tierra midió el brillo de los satélites desde el espacio: no encontró diferencias de brillo entre los distintos diseños de Starlink y sí más variabilidad entre los satélites de OneWeb. Cuando se encontraba en el lado diurno de la Tierra, la luz terrestre iluminaba el vehículo espacial y la parte trasera del panel solar era muy brillante. Algunos vehículos espaciales de constelaciones de teleobservación también superaban la magnitud 7. Los satélites también cruzaban el campo visual de los telescopios espaciales: en el caso del telescopio CHaracterising ExOPlanets Satellite (CHEOPS), que caracterizaba exoplanetas con fotometría de alta precisión durante el tránsito a través de una estrella, apenas un 0,2 % de las imágenes contenían estelas de satélites porque el telescopio tenía un campo de visión pequeño y una exposición corta. Las repercusiones para la ciencia eran insignificantes, pero los satélites ya estaban afectando a las observaciones astronómicas desde el espacio. Además del campo visual del instrumento, la órbita del telescopio determinaba en qué grado se verían afectadas sus observaciones. Otro ponente presentó simulaciones de las estelas de los satélites vistas por varios telescopios situados en la Tierra, en función del tiempo de exposición y del campo visual del instrumento. Ese trabajo podría adaptarse para elaborar modelos del impacto en los telescopios espaciales. Otro ponente hizo un repaso del impacto que tienen para la ciencia los telescopios con grandes campos de visión existentes y propuso parámetros para caracterizar las observaciones de esos telescopios.

35. En general, la reflectividad de un vehículo espacial era compleja de evaluar, habida cuenta de la diversidad de formas y materiales; las superficies de fibra de carbono eran mucho menos reflectantes que las de metal. El mantenimiento de registros era necesario para valorar la forma en que la evolución del diseño en las sucesivas generaciones de vehículos espaciales afectaba a la astronomía. Un ponente explicó los efectos en las instalaciones terrestres de los Estados Unidos, donde el Observatorio Vera Rubin era el más afectado debido a su gran campo de visión. Las normas nacionales coordinaban las zonas de silencio radioeléctrico en tierra alrededor de los radiotelescopios, pero los satélites pasaban por encima y afectaban a sus observaciones: mientras la observación en las frecuencias de radio no estuviera protegida para la astronomía, ningún lugar de la Tierra sería lo bastante remoto como para no verse afectado por los satélites. En cuanto a la observación óptica, ninguna combinación de medidas de mitigación evitaría que aparecieran estelas. Los cursos prácticos sobre constelaciones satelitales de la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos y la American Astronomical Society habían elaborado recomendaciones y la Fundación podría apoyar el desarrollo de un programa informático que ayude a planificar las observaciones.

36. En la sesión 12 se presentaron algoritmos y herramientas informáticas gracias a los cuales los astrónomos podían saber cuándo los satélites dejarían un rastro en la imagen. Hasta ahora, los voluntarios habían diseñado un prototipo con capacidades mínimas y un conjunto de pruebas para recopilar comentarios de la comunidad antes de desarrollar versiones más robustas y capaces. Ya existía tecnología para enmascarar las estelas pero, con el aumento incesante del número de satélites, la información que se divulgaba públicamente sobre la posición de un satélite no era lo bastante precisa para las necesidades de los astrónomos. Para mitigar los rastros, era útil conocer el brillo del satélite, además de su imagen de fondo y su posición. Uno de los ponentes hizo una

demostración del Telescopio Mundial del Observatorio Nacional de China, que era una versión pública del Observatorio Virtual, una iniciativa internacional de investigación y educación en línea para la astronomía. El programa informático calculaba la visibilidad de los satélites y podía desarrollarse aún más para elaborar un modelo del campo visual de determinado telescopio.

37. Dos ponentes evaluaron la forma en que la proliferación de objetos espaciales había hecho aumentar el brillo del cielo nocturno y cómo elaborar modelos de posibles vías de evolución en el futuro. La luz colectiva de los objetos que por separado no llegaban al umbral de detección de todos modos aportaba luz al cielo, lo que afectaba especialmente a los detectores con un gran campo visual. Los satélites actuales habían provocado un aumento de 4,5 veces en 20 años, con lo que ahora había unas 16 microcandelas por metro cuadrado, mientras que el cielo nocturno natural tenía unas 200. Aún no impedía la visibilidad de la Vía Láctea desde un lugar de cielo oscuro, pero sí podía verse afectada la visibilidad de algunos objetos en algunas regiones del cielo; esa proporción correspondía a lo que algunas normas consideraban contaminación lumínica. En 15 años, la presencia añadida de 64.000 satélites aumentaría la luminosidad del cielo en algunos puntos porcentuales. En el caso teórico de que esos 64.000 satélites se fragmentaran en desechos de 1 milímetro como resultado de colisiones, el brillo del cielo causado por las constelaciones se multiplicaría por 14, y por valores mayores si los desechos fueran más pequeños.

38. En el debate posterior se llegó a la conclusión de que se necesitaban herramientas, pero que los astrónomos también necesitaban acciones en la esfera normativa encaminadas a preservar el cielo nocturno. Los astrónomos estaban estudiando la posibilidad de divulgar sus esfuerzos en los medios de comunicación para llegar a diseñadores de programas informáticos que pudieran contribuir a ellos. Como los procesos normativos avanzaban muy lentamente, quizá fuera más eficaz convencer a la industria para que ayudase y emprendiese iniciativas de ciencia ciudadana.

39. En la sesión 13 se presentó el punto de vista de los operadores de satélites y de la industria de fabricación de satélites. Los operadores debían tener en cuenta las repercusiones en la astronomía en una fase muy temprana de su diseño, ya que cualquier cambio durante el desarrollo sería más costoso de aplicar o causaría importantes retrasos en el proyecto. El coste podría ser incluso prohibitivo. Mientras que la industria había estado evaluando formas de reducir el brillo de los vehículos espaciales, las señales de radiofrecuencia de los satélites debían atravesar cualquier material utilizado para apantallar la luz solar reflejada; estas limitaciones técnicas reducían las opciones y ningún fabricante de satélites había producido aún un diseño en el que el brillo se mantuviera por debajo de la magnitud 7. Los equipos de ingenieros de la industria de fabricación de satélites podrían elaborar modelos con diversos materiales en el laboratorio a fin de evaluar su reflectividad; por su parte, las empresas especializadas podrían hacer mediciones de materiales y simulaciones por ordenador antes del lanzamiento, pero eso requería un presupuesto añadido. En última instancia, la evaluación en condiciones reales solo podía realizarse una vez lanzado el satélite. Habría que seguir diseñando herramientas que permitieran prever la visibilidad después del lanzamiento.

40. La industria de los satélites había estado debatiendo cómo sensibilizar a los diseñadores y reguladores de sistemas espaciales en relación con el impacto en la astronomía; ya existía un alto nivel de preocupación en el sector sobre la forma de aplicar las medidas de seguridad espacial. Después del lanzamiento, los agentes de la industria podrían poner los datos a disposición de los astrónomos para apoyar las observaciones; sin embargo, algunos datos sobre la ubicación de los satélites eran sensibles y cabía la posibilidad de que los operadores no quisieran proporcionarlos. Probablemente podrían divulgar la mayor parte de los datos que necesitaban los astrónomos, siempre que se mantuvieran seguros. Estaba en marcha un diálogo sobre las recomendaciones que había que seguir examinando. Por ejemplo, la visibilidad podía reducirse a altitudes inferiores a 600 km, pero las órbitas más bajas automáticamente requerían más satélites para prestar el mismo servicio. La industria preferiría un enfoque

basado en el cumplimiento de los parámetros de rendimiento, en lugar de enfoques prescriptivos.

41. El debate se centró en la forma de definir las medidas adecuadas: las limitaciones de diseño y de funcionamiento propuestas debían estar bien informadas y ser realistas. La propuesta de los astrónomos de fijar como meta la magnitud 7 tenía su origen en la imposibilidad de recuperar datos astronómicos, pero antes de adoptar esa norma era necesario demostrar la viabilidad técnica. Tal vez podría solicitarse una evaluación del impacto ambiental antes del lanzamiento, como condición previa en el proceso de regulación. En tal caso, la responsabilidad recaería en las autoridades nacionales. Estas medidas podrían influir en la viabilidad financiera de los servicios satelitales, y algunos operadores ya tenían dificultades de financiación. El diálogo con los astrónomos debía continuar con el fin de determinar conjuntamente las opciones viables.

42. En la sesión 14 se ofreció un panorama general de la aplicación de las políticas en varios países. Los intereses divergentes entre los proyectos de telecomunicaciones y la astronomía no eran nuevos: en 1961, el Proyecto West Ford había creado un precedente histórico cuando los astrónomos se opusieron al plan de poner en órbita millones de antenas dipolo de metal. Además de una agencia espacial, distintas partes interesadas solían supervisar el gasto científico, conceder licencias orbitales y regular el uso del espectro radioeléctrico. En el Reino Unido, la Sociedad Astronómica Real había formulado preguntas al Parlamento después de que la compra de acciones de OneWeb por parte del Gobierno convirtiera a la empresa en parte de la estrategia espacial de este. A nivel europeo, los astrónomos habían mantenido reuniones con miembros del Parlamento Europeo y querían iniciar una campaña pública sobre el impacto social de la pérdida de cielos oscuros, referida al patrimonio y las tradiciones culturales. Un grupo de expertos había estado preparando recomendaciones para la UAI con estudios de casos de 25 países. El ponente ilustró estos elementos con la situación en la Argentina, el Canadá y los Emiratos Árabes Unidos. En muchos países había un fuerte impulso para apoyar el crecimiento de la economía espacial y las dudas sobre la sostenibilidad no solían traducirse en medidas concretas. Muchos Estados invertían considerables recursos humanos y económicos en actividades astronómicas sin que existiera un foro adecuado a nivel nacional para conciliar el interés por las actividades astronómicas con las actividades comerciales.

43. A continuación se produjo un debate jurídico sobre cómo definir “el medio ambiente”; por ejemplo, si este incluía los puntos de Lagrange o la superficie de Marte, y si el concepto legal de proteger los cuerpos del sistema solar de la contaminación por la vida en la Tierra podía extenderse a los cuerpos celestes. Desde la perspectiva de un abogado especializado en litigios, el hecho de que la astronomía entrañase actividades económicas, con inversiones en investigación científica, era una línea de argumentación pertinente contra el aumento del brillo del cielo en las conversaciones con los Gobiernos. Otros argumentos podrían considerar que la reentrada de los satélites generaba óxido de aluminio que afectaba a la atmósfera, o que las órbitas eran un recurso natural y el medio ambiente de la Tierra debía regularse como tal.

44. Un representante de la UIT ofreció un panorama general de la forma en que se regulaban el espectro radioeléctrico y las órbitas asociadas. La luz no se consideraba parte de las frecuencias radioeléctricas, de modo que no estaba regulada por la UIT. El Reglamento de Radiocomunicaciones era un tratado internacional que venía desarrollándose mediante conferencias desde 1906 y se modificaba por consenso entre todos los signatarios; las modificaciones se preparaban antes de las conferencias mundiales de radiocomunicaciones dentro de los grupos de estudio. Los participantes en los grupos de estudio representaban a los Estados miembros, pero también había investigadores y representantes del mundo académico y del sector privado. El registro de las redes satelitales en la UIT lo hacían las administraciones nacionales, no los operadores directamente; todas las frecuencias y órbitas asociadas utilizadas en el espacio debían ser coordinadas antes de quedar inscritas en el Registro Internacional de Frecuencias. Las disposiciones vigentes del Reglamento de Radiocomunicaciones para registrar una red satelital no incluían ningún examen específico de los aspectos medioambientales. Cada vez que era necesaria la coordinación técnica para resolver un

riesgo observado de interferencia de señales, los operadores y las autoridades nacionales lo examinaban y se coordinaban directamente, antes de informar a la UIT de su acuerdo. Como los operadores presentaban sus solicitudes iniciales en una fase temprana del diseño, las solicitudes reflejaban estimaciones de sus necesidades. Podía suceder que las solicitudes iniciales contuvieran más satélites físicos y haces de radiofrecuencia, y que después las inscripciones en el Registro Internacional de Frecuencias reflejasen más fielmente el uso del espectro y las órbitas. El Reglamento de Radiocomunicaciones no estipulaba un número máximo de satélites: era posible registrar todo nuevo sistema que cumpliera los requisitos operacionales sin causar interferencias inaceptables a terceros. La protección de los servicios existentes y la introducción de otros nuevos eran igualmente importantes para los estudios de compatibilidad técnica. La UIT intentaba evitar la acumulación de espectro y órbitas por proyectos teóricos que después no se materializaban: cada red de satélites debía entrar en funcionamiento en un plazo de siete años. Desde 2015, las normas se habían adaptado a las constelaciones: seguían aplicándose los principios de protección de otros servicios y de asignación por orden de solicitud, y debían declararse a la UIT los hitos del despliegue, después de poner en funcionamiento el primer satélite.

45. Los ponentes debatieron sobre la forma en que los Gobiernos podrían exigir a los operadores que asumieran su responsabilidad y sobre cómo cualquier país que desee proteger la astronomía podría incluir estas consideraciones como parte de su régimen de licencias para los operadores de satélites.

46. La sesión 15 se dedicó a las políticas internacionales. Un orador se refirió a la conveniencia de considerar la astronomía como una forma de utilización del espacio protegida por el Tratado sobre los Principios que Deben Regir las Actividades de los Estados en la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre, incluso la Luna y Otros Cuerpos Celestes, y si el principio de no apropiación contenido en el Tratado podría aplicarse en el caso de que las constelaciones satelitales excluyeran a terceros de la utilización de la misma órbita. Se examinaron algunos principios del derecho ambiental, como la prevención del daño transfronterizo, el principio de precaución, el principio de que quien contamina paga y la utilización sostenible. Los agentes privados no estaban directamente obligados por el derecho internacional público, pero los Estados tenían la obligación de regular sus actividades, evaluar el cumplimiento del derecho ambiental internacional aplicable y tener presente la sostenibilidad; las actividades no gubernamentales debían estar sujetas a algún tipo de obligación de consultar a los Estados partes afectados. Los conceptos de la responsabilidad empresarial podían aplicarse a las actividades privadas, también en el espacio ultraterrestre: la Calificación de Sostenibilidad Espacial era una herramienta voluntaria que podría fomentar estas prácticas.

47. En el debate posterior, se señaló la ausencia de mecanismos de aplicación para detectar a los infractores después de un lanzamiento. Los Estados debían tener en cuenta a todas las partes interesadas con intereses legítimos y, más que una cuestión de derecho internacional, debía ser una preocupación en el nivel nacional durante el proceso de concesión de licencias para actividades espaciales. La amenaza de los desechos espaciales llevaba muchos años debatiéndose en la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, mientras que el problema de la astronomía era más reciente: varios Estados estaban actualizando sus normativas para tener en cuenta los desechos espaciales, lo que brindaba la oportunidad de prestar atención también al impacto más amplio de estos en el medio ambiente. El espacio había sido reconocido como parte de los bienes comunes globales en la Agenda Común¹ recientemente publicada por el Secretario General y los recién llegados no podían expulsar a los demás. El proceso de notificación previa de la UIT exigía que quienes quisieran lanzar una nueva iniciativa habían de coordinarse con los afectados para resolver el conflicto, en un proceso bilateral entre Estados. Los oradores debatieron sobre si el derecho del espacio podría evolucionar de la misma manera que el derecho

¹ Disponible en <https://www.un.org/es/un75/common-agenda>.

del mar, con un tribunal internacional especializado para solucionar las controversias, o bien hacia un sistema de arbitraje.

48. En la sesión 16 participaron representantes de los astrónomos y de la industria espacial, así como expertos en políticas, que celebraron una mesa redonda sobre constelaciones satelitales. Aunque el uso de las constelaciones de satélites para salvar la brecha digital es una contribución positiva en pro de la ciencia, los ponentes debatieron sobre si existe un mercado para todos los proyectos de constelaciones. El sector había asistido a un aumento de la demanda de Internet por satélite y el entusiasmo por este servicio, con la evolución de la tecnología hacia las redes 5G y los objetos conectados: la baja latencia requería constelaciones de órbita terrestre baja en lugar de satélites geoestacionarios. La puesta en órbita de numerosos objetos y el paso a un enfoque de electrónica de consumo para el espacio generaban problemas similares a la “tragedia de los bienes comunes” observada en la ciencia económica con la contaminación de los océanos y de la alta atmósfera. Un orador señaló que las normas relativas a las actividades espaciales tenían decenios de antigüedad, aunque la industria estaba innovando rápidamente. Además de directrices internacionales, se estaba desarrollando la tecnología para desorbitar los vehículos espaciales de forma segura; la sostenibilidad del espacio requería normas. La concesión de licencias a los operadores debía incluir evaluaciones de riesgo para que los Estados supieran qué riesgo corrían y cuál sería el impacto potencial en el erario público. Las constelaciones de mayor tamaño eran conscientes de los problemas con la astronomía y trataban de proponer mejores prácticas que pudieran ser aplicadas por todos los operadores, como la elaboración de modelos y las pruebas de luminosidad antes del lanzamiento. El seguimiento de lo que ocurría en órbita seguía siendo necesario para hacer cumplir las normas; sin embargo, uno de los ponentes subrayó que podría haber problemas con el seguimiento de algunos objetos o problemas relacionados con las leyes de control de las exportaciones que impedirían dar a conocer esos datos.

49. Un orador señaló que las Directrices relativas a la Sostenibilidad a Largo Plazo de las Actividades en el Espacio Ultraterrestre no abordaban específicamente las constelaciones, porque los problemas que estas plantean todavía se están examinando. No estaba claro si los Estados consideraban la astronomía como una actividad espacial, ni si los redactores del Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre habían tenido en mente la astronomía. En lugar de iniciar un debate sobre cómo interpretar el Tratado, el ponente recomendó adoptar un enfoque pragmático por medio de la legislación nacional en los Estados que autorizan las actividades espaciales y tienen interés en la astronomía. Algunos Estados muy comprometidos con la astronomía también tenían intereses en constelaciones. Las Naciones Unidas no se habían ocupado de la reducción de los desechos espaciales mediante la elaboración de un nuevo tratado, sino difundiendo mejores prácticas y directrices que algunos Estados estaban optando por integrar en su marco regulatorio nacional. Los oradores se preguntaron si los Estados con observatorios astronómicos podrían definir la regulación como parte del proceso de concesión de licencias a nivel nacional, con sanciones por incumplimiento. Se sugirió que la recopilación de pruebas de apoyo sobre el impacto en la astronomía, y la posterior formulación de recomendaciones en términos sencillos, ayudaría a la comunidad astronómica a plantear esta cuestión ante los Gobiernos.

E. Radioastronomía

50. En la sesión 17 se resumió la situación de la radioastronomía. La radioastronomía estudiaba amplios rangos de frecuencias y grandes zonas del cielo con gran sensibilidad, ya que algunos fenómenos eran muy débiles y solo eran visibles en algunas frecuencias. Cuando los satélites habían empezado a crear interferencias en las observaciones, los astrónomos habían modificado manualmente las antenas de los radiotelescopios con el fin de filtrar la radiación extraña. Años más tarde, el gran número de satélites sobrecargaba los telescopios, con efectos secundarios difíciles de prever; el ruido acumulado era lo suficientemente fuerte como para saturar el filtrado y los receptores habrían de ser rediseñados. Las operaciones de radar de los satélites de teleobservación

también podrían saturar, o incluso destruir, los telescopios de radioastronomía si emitían directamente hacia los receptores. El número de satélites con radares a bordo había aumentado enormemente, hasta varios centenares. Mientras que los radioastrónomos trataban de contactar directamente con los recién llegados al campo para advertirles de los daños que podrían causar, estaban surgiendo nuevas amenazas: se encontraban en fase de estudio satélites que convertirían la radiación solar para distribuir electricidad en la Tierra y, aunque el Reglamento de Radiocomunicaciones protegía la ciencia pasiva en la cara oculta de la Luna, se estaban preparando misiones con satélites de telecomunicaciones y navegación en órbita en esta zona.

51. Para preservar la radioastronomía, la radiación artificial (ya sea luz u ondas de radio) no debía producirse si no era necesaria y no debía ser detectable allí donde no se utilizara. Los satélites debían evitar la iluminación directa de las zonas de silencio radioeléctrico, adoptando medidas para reducir las emisiones de los lóbulos laterales de sus antenas.

52. La protección de la radioastronomía requería recursos en los diversos organismos encargados de la administración del espectro; los pocos astrónomos que trabajaban en la administración del espectro no podían igualar los recursos mucho mayores que dedicaban a esta cuestión las empresas privadas. Se necesitaban incentivos para involucrar a las generaciones más jóvenes, ya que el trabajo en la administración del espectro no contribuía a avanzar en la carrera científica. Acudir a lugares remotos del planeta para evitar las interferencias había dejado de ser posible: en las mediciones del fondo cósmico de microondas, esenciales para la física fundamental, los satélites geoestacionarios aparecían más brillantes que el sol en los datos. Preocupaba que las constelaciones de satélites pudieran contaminar de igual modo los datos y que muchos experimentos, financiados con fondos públicos, se vieran afectados de manera importante. Modificar los receptores o evitar observar los satélites no era posible para todos los telescopios, mientras que observar durante más tiempo con el fin de compensar la pérdida de datos aumentaba directamente el costo de la ciencia.

53. Los límites de las emisiones intencionales estaban regulados por la UIT y las administraciones de cada Estado, mientras que los límites de las radiaciones electromagnéticas no intencionales se adoptaban a nivel nacional. Para un satélite, las pruebas de radiación electromagnética se centraban en la compatibilidad con el vehículo de lanzamiento; no se prestaba atención particular a la protección de las bandas de radioastronomía. Esto no suponía un problema si hubiera pocos satélites, pero en una situación de producción en masa, la radiación electromagnética máxima tolerada en una banda de radioastronomía tendría que disminuir a medida que aumentara el número de satélites, pues de lo contrario estos podrían cerrar para siempre las ventanas espectrales de observación para la radioastronomía.

54. Un ponente explicó cómo se utilizaban las señales de radio para detectar los meteoros y la estela ionizada que dejaban en la atmósfera: la información se obtenía a partir de la reflexión y la dispersión de una onda de radio por la estela. Para ello se utilizaban varios radares de alta sensibilidad en todo el mundo.

55. La sesión 18 fue una mesa redonda entre radioastrónomos y un representante de la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT; en ella se examinaron las funciones de la UIT y de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos. La administración del espectro había pasado de ser un entorno con un número reducido de participantes a una situación de necesidades contrapuestas por parte de los operadores, con radares y transmisores de alta potencia en plataformas de gran altura. Las comunicaciones por satélite se habían convertido en un gran negocio y la explotación de los satélites había dejado de estar en manos de los Gobiernos, que eran los interlocutores de la UIT, para pasar a empresas privadas. Las prácticas de administración del espectro no habían avanzado tan rápidamente como la tecnología. Los ponentes consideraban que era necesario debatir más sobre las funciones del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y de la Comisión. Los astrónomos tendrían que ponerse en contacto con sus propios Gobiernos, que eran quienes estaban facultados para proponer cambios en el Reglamento de Radiocomunicaciones,

comenzando por los estudios preparatorios antes de proponer los puntos del orden del día en una conferencia mundial de radiocomunicaciones en la que se revisase dicho reglamento. El representante de la UIT aclaró que las radiofrecuencias superiores a 3.000 GHz no estaban reguladas, pero que era posible realizar estudios en cualquier frecuencia, incluidos los enlaces ópticos. Se consideró que, dado que el Reglamento de Radiocomunicaciones no incluía actualmente límites formales al número de objetos que se lanzaban al espacio, mientras que la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, en nombre del Secretario General, se encargaba de mantener el Registro de Objetos Lanzados al Espacio Ultraterrestre, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos sería el lugar adecuado para debatir esta cuestión. También incumbía a la Comisión el debate sobre la utilización sostenible del espacio en el ámbito de las Naciones Unidas.

56. Los participantes en el debate subrayaron que algunos problemas eran especialmente graves, como la forma de seguir observando el fondo cósmico de microondas, y requerían soluciones conjuntas, posiblemente con la participación de entidades científicas internacionales como el Comité de Investigaciones Espaciales. La autorización de una constelación tenía consecuencias de gran alcance que no se habían previsto.

V. Observaciones y recomendaciones

57. En la última sesión, presidida conjuntamente por representantes de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestres y de la UAI, se resumieron las distintas opiniones sobre las acciones que podrían emprenderse una vez concluido el evento. A continuación tuvo lugar un debate en el que participaron representantes de cada uno de los grupos de expertos que habían preparado aportaciones para la conferencia.

58. Las recomendaciones planteadas en relación con la luz artificial nocturna se combinaron con las relativas a la protección de los observatorios, de los oasis de cielo oscuro y del bioambiente. El mundo estaba perdiendo poco a poco la posibilidad de ver el cielo oscuro, lo que tenía repercusiones tanto en la salud humana como en el funcionamiento de la naturaleza durante la noche, además de en la astronomía:

a) En el caso de las zonas especialmente protegidas, es necesario definir la cantidad total de luz que es aceptable, con formas de medir la iluminación y detener su aumento. Existen medios técnicos que permiten dirigir y reducir la luz, con una zonificación dinámica basada en el uso que adapte el nivel de luz, sin superar el nivel estrictamente necesario. Se están estudiando formas de alcanzar ese objetivo: los ingenieros, planificadores y responsables de la formulación de políticas deberían contar con orientaciones cuantitativas para el diseño técnico que podrían ofrecer organizaciones como la Comisión Internacional del Alumbrado; con todo, los requisitos cuantitativos tendrían que adaptarse a las circunstancias;

b) Se necesita un cambio cultural: la oscuridad natural debe ser la base de referencia y la iluminación debe añadirse solo cuando sea necesario. La opinión pública estaría más dispuesta a respaldar este cambio si las personas pudieran ver el cielo nocturno en su estado natural;

c) Para el éxito de las investigaciones espaciales, la ciencia astronómica necesitaba observaciones desde la Tierra. La aplicación de medidas de apoyo a la ciencia contra la luz indebidamente orientada sería beneficiosa para otros ámbitos, como la salud y el bioambiente, pero también la detección de objetos cercanos a la Tierra.

59. Las recomendaciones relativas a las constelaciones de satélites abordaban varios aspectos:

a) Para mitigar las pérdidas, los astrónomos tendrían que mutualizar los datos y los programas informáticos y obtener información sobre las posiciones precisas de los satélites con el fin de prever cuándo atravesarán el campo visual. Los programas informáticos de enmascaramiento son complejos de diseñar y pueden introducir

artefactos en los datos. Antes de que los servicios de mitigación estén disponibles para el uso profesional, será preciso financiar este esfuerzo;

b) Los operadores de satélites y los fabricantes han entablado conversaciones con los astrónomos de forma voluntaria. Ambas partes deben colaborar, desde el inicio de los proyectos de satélites, y elaborar conjuntamente las medidas de mitigación. Los Gobiernos podrían alentar esta coordinación, mientras que la industria debería seguir desarrollando pruebas de laboratorio y modelos, compartiendo datos y mejores prácticas;

c) Las políticas nacionales en materia espacial podrían tener en cuenta la luminosidad de los objetos espaciales en los procedimientos de concesión de licencias y autorizaciones, que constituyen el núcleo de la forma en que los Estados cumplen sus obligaciones en virtud del Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre. Algunos Estados incluyen las preocupaciones medioambientales en las disposiciones relativas a las actividades espaciales. Del mismo modo, podrían elaborarse normas internacionales para definir la luminosidad de los objetos espaciales y la forma de aplicar un límite;

d) Se necesitará mayor financiación para que la astronomía desarrolle la labor de mitigación del daño, pero también para la industria, para quien esta cuestión es nueva;

e) A nivel internacional, si la astronomía puede considerarse una forma de utilización del espacio ultraterrestre, también pueden serlo las telecomunicaciones; por consiguiente, hay que encontrar un equilibrio entre las necesidades de los distintos Estados. Podría estudiarse la posibilidad de iniciar un proceso de consultas, con directrices que tengan en cuenta la astronomía.

60. Las recomendaciones en relación con la radioastronomía consideran que, sea luz artificial nocturna o luz reflejada de los satélites, no deben producirse emisiones no deseadas que afecten a los radiotelescopios. Las dificultades son especialmente críticas para disciplinas de la radioastronomía como el estudio del fondo de microondas, donde el Reglamento de Radiocomunicaciones no puede resolver el problema:

a) Debe exigirse que los satélites eviten la iluminación directa de los radiotelescopios y las zonas de silencio radioeléctrico. La iluminación directa es consecuencia de la forma en que se operan los satélites y de su orientación, así como de los niveles de los lóbulos laterales de las antenas;

b) Las recomendaciones no se refieren específicamente a la administración del espectro ni a la UIT. Dado que el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre se rige por el régimen jurídico desarrollado por la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos y que la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre es la que mantiene el Registro de Objetos Lanzados al Espacio Ultraterrestre, la Comisión sería el lugar adecuado para debatir sobre la presencia de tantos satélites en órbita.

61. Los ponentes destacaron el papel central de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos y debatieron sobre la forma de vincular las distintas cuestiones. Algunos Estados miembros habían abogado por un único asunto o tema de debate en el programa del período de sesiones de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de 2022, con el título propuesto de “Intercambio general de opiniones sobre el efecto de los satélites en la astronomía”. Las diversas opiniones y propuestas debatidas en la conferencia podrían contribuir a ese debate sobre las oportunidades de cooperación internacional.

62. Se señaló que los Estados miembros de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos que estuvieran interesados podrían considerar la posibilidad de presentar un documento de trabajo en el que se propusieran medidas.

VI. Conclusiones

63. La Conferencia sobre Cielos Oscuros y Silenciosos para la Ciencia y la Sociedad debatió un amplio conjunto de medidas que podrían adoptarse para reducir el impacto

de las fuentes de contaminación lumínica y las interferencias en la radioastronomía y la astronomía óptica.

64. Los representantes de la Misión Permanente de España ante las Naciones Unidas, de la UAI y de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre clausuraron la conferencia dando las gracias a todos los que participaron en la preparación del evento y manifestaron su solidaridad con la población de La Palma.

65. Se animó a los participantes a enviar sus comentarios por escrito utilizando un formulario específico en línea y la UIA anunció la creación de un centro específico dedicado a estructurar las iniciativas.
