



# Asamblea General

Distr. general  
15 de enero de 2008  
Español  
Original: inglés

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

### Informe del Curso Práctico Naciones Unidas/Federación de Rusia/Agencia Espacial Europea sobre la utilización de las tecnologías de microsátélites para vigilar el medio ambiente y su impacto en la salud humana Tarusa, Federación de Rusia, 3 a 7 de septiembre de 2007

#### Índice

	<i>Párrafos</i>	<i>Página</i>
I. Introducción . . . . .	1-10	2
A. Antecedentes y objetivos . . . . .	1-3	2
B. Programa . . . . .	4-6	2
C. Asistencia . . . . .	7-10	3
II. Resumen de las ponencias . . . . .	11-78	3
A. Meteorología espacial . . . . .	13-29	3
B. Microsátélites . . . . .	30-34	6
C. Programas y proyectos de ciencia y tecnologías espaciales . . . . .	35-68	7
D. Aplicaciones de la tecnología espacial a la telemedicina . . . . .	69-78	11
III. Observaciones y recomendaciones . . . . .	79-80	13
A. Observaciones . . . . .	79	13
B. Recomendaciones . . . . .	80	14



## **I. Introducción**

### **A. Antecedentes y objetivos**

1. En su resolución titulada “El Milenio espacial: la Declaración de Viena sobre el espacio y el desarrollo humano”<sup>1</sup>, la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (UNISPACE III) recomendó que las actividades del Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial promoviesen la participación en régimen de colaboración de los Estados Miembros en los planos regional e internacional, haciendo hincapié en fomentar los conocimientos y la competencia técnica en los países en desarrollo y los países con economías en transición.
2. En su 49º período de sesiones, celebrado en 2006, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos aprobó el programa de cursos prácticos, cursos de capacitación, simposios y conferencias previsto para 2007<sup>2</sup>. Posteriormente, en su resolución 61/111 de 14 de diciembre de 2006, la Asamblea General hizo suyo el Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial correspondiente a 2007.
3. En cumplimiento de la resolución 61/111 y de conformidad con las recomendaciones de UNISPACE III, del 3 al 7 de septiembre de 2007 se celebró en Tarusa (Federación de Rusia) el Curso Práctico Naciones Unidas/Federación de Rusia/Agencia Espacial Europea sobre la utilización de las tecnologías de microsátélites para vigilar el medio ambiente y su impacto en la salud humana, organizado en cooperación con el Instituto de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de Rusia y acogido por la Oficina de Diseño Especial para la Ingeniería de Dispositivos Espaciales del Instituto.

### **B. Programa**

4. Formularon declaraciones de apertura representantes del Instituto de Investigaciones Espaciales y de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre.
5. El discurso de fondo fue pronunciado por un representante del Instituto de Investigaciones Espaciales. En total se presentaron 27 ponencias durante las sesiones temáticas. Se organizaron dos mesas redondas, así como sesiones dedicadas a formular observaciones y recomendaciones. También se organizaron dos visitas técnicas. Todos los participantes que habían recibido apoyo financiero presentaron ponencias sobre la situación del uso de la ciencia y la tecnología espaciales, así como sobre los proyectos de microsátélites para la educación espacial, en sus respectivos países.
6. En las sesiones de debate se examinaron los temas estructurados para definir actividades de seguimiento en la región, al objeto de estimular la educación espacial y la utilización de satélites pequeños en misiones espaciales y aplicaciones

---

<sup>1</sup> *Informe de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, Viena, 19 a 30 de julio de 1999* (publicación de las Naciones Unidas, N° de venta S.00.I.3), cap. I, resolución 1.

<sup>2</sup> *Documentos Oficiales de la Asamblea General, Sexagésimo primer período de sesiones, suplemento N° 20 (A/61/20)*, párr. 87.

satelitales relativas a la Tierra, como la teleobservación y las telecomunicaciones para la ciber salud. Los participantes trabajaron en sesiones plenarias. En la última sesión de debate formularon observaciones y recomendaciones.

### **C. Asistencia**

7. Asistieron al Curso Práctico 45 personas procedentes de los países que se indican a continuación y de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre: Argentina, Bulgaria, Colombia, ex República Yugoslava de Macedonia, Federación de Rusia, Hungría, India, Malasia, México, Polonia y Uzbekistán.

8. Los fondos asignados por las Naciones Unidas, el Gobierno de la Federación de Rusia, la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre se utilizaron para sufragar los costos de logística, los viajes en avión, el alojamiento y las dietas de 14 participantes.

9. La institución anfitriona, la Oficina de Diseño Especial para la Ingeniería de Dispositivos Espaciales del Instituto de Investigaciones Espaciales, se encuentra en la ciudad de Tarusa, en la región de Kaluga. La Oficina de Diseño es una dependencia autónoma del Instituto de Investigaciones Espaciales, que comprende departamentos de diseño, talleres experimentales y las correspondientes instalaciones de ensayo.

10. El Organismo Federal Espacial de Rusia y la Federación de Rusia respaldaron el Curso Práctico como parte de un plan aprobado para 2006-2007 a fin de conmemorar el centenario del nacimiento de S.P. Korolev, el 150º aniversario del nacimiento de K.E. Tsiolkovsky y el 50º aniversario del lanzamiento del primer satélite.

## **II. Resumen de las ponencias**

11. Formularon declaraciones de apertura los representantes del Instituto de Investigaciones Espaciales, la Oficina del Espacio de la Academia de Ciencias de Rusia, la Oficina de Diseño Especial para la Ingeniería de Dispositivos Espaciales, del Instituto de Investigaciones Espaciales, y la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre.

12. El discurso de fondo corrió a cargo de un representante del Instituto de Investigaciones Espaciales, quien presentó a los participantes los principales temas que se tratarían durante el Curso Práctico: a) la ciencia espacial en las esferas de la física espacial, la geofísica, la biomedicina aeroespacial y la biología; y b) la tecnología espacial, en particular el desarrollo y la producción de microsátélites, entre otras cosas para la educación espacial.

### **A. Meteorología espacial**

13. La meteorología espacial es el estudio de las condiciones ambientales cambiantes en el espacio ultraterrestre. Difiere del concepto de la meteorología en una atmósfera planetaria, y en general trata de las interacciones de la materia y la radiación ambientales en el espacio interplanetario y, ocasionalmente, interestelar. La meteorología espacial describe las condiciones en el espacio que afectan a la Tierra y a sus sistemas tecnológicos. La meteorología espacial de la Tierra es

consecuencia del comportamiento del Sol, de la naturaleza del campo magnético de la Tierra y de nuestra situación en el sistema solar.

14. Dentro de nuestro sistema solar, la meteorología espacial depende en gran medida de la celeridad y densidad del viento solar y del campo magnético interplanetario arrastrado por el plasma del viento solar. Hay una serie de fenómenos físicos asociados a la meteorología espacial, como las tormentas y subtormentas geomagnéticas, la energización de los cinturones de radiación de Van Allen, las perturbaciones y el centelleo ionosféricos, las auroras y las corrientes de origen geomagnético en la superficie de la Tierra. Las eyecciones de masa coronal y las correspondientes ondas de choque también son factores indirectos importantes de la meteorología espacial, ya que pueden comprimir la magnetosfera y desencadenar tormentas geomagnéticas. Otros factores importantes son las partículas solares energéticas, aceleradas por las eyecciones de masa coronal o las erupciones solares, que puedan causar daños a los sistemas electrónicos a bordo de las naves espaciales y poner en peligro la vida de los astronautas.

15. La información sobre la meteorología espacial es de la máxima importancia para la humanidad. Un aspecto práctico es el estudio de la magnetosfera centrado en los cinturones de radiación, en particular en las partículas que podrían ser peligrosas para los seres humanos. La magnetosfera es un escudo excepcional, que protege al ser humano de la penetración de partículas de alta energía procedente del espacio. La ionosfera, al igual que la atmósfera y su capa de ozono, protege a los seres humanos de los efectos desastrosos (en dosis altas) de las radiaciones X y ultravioleta. El conocimiento de estos procesos, que pueden cambiar el estado de la magnetosfera y la ionosfera, es crucial para la vida y la salud humanas. Muchos están determinados por los ciclos solares de 11 y 22 años, lo que significa que los tiempos de observación necesarios son largos.

16. Las perturbaciones son elementos de la meteorología espacial que llegan al espacio ultraterrestre circundante desde la superficie de la Tierra. Pueden tener un origen natural o técnico. La expresión "origen natural" se refiere a fenómenos naturales tales como los terremotos, las erupciones volcánicas y los tifones; la radiación electromagnética y los gases industriales y las catástrofes causadas por factores técnicos son ejemplos de perturbaciones de origen técnico.

17. Las emisiones de gases industriales de la Tierra suben hasta la alta atmósfera e incluso la ionosfera, modificando su composición química natural y, en consecuencia, los parámetros electrodinámicos del plasma. La vigilancia mundial de las perturbaciones de la ionosfera comenzó con el objetivo de mitigar los cambios catastróficos.

18. El programa de meteorología espacial de la ESA ha demostrado los efectos de las perturbaciones del campo geomagnético en los seres humanos, en particular en las personas con problemas cardíacos. El seguimiento con monitores holter de pacientes con cardiopatías isquémica ha indicado que aumentan el ritmo cardíaco y la tensión arterial.

19. Además de las perturbaciones de origen natural y técnico, otro importante campo de estudio de las ciencias espaciales se relaciona con la vigilancia de los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono presente en la superficie y en la atmósfera y la ionosfera de la Tierra. La circulación del dióxido de carbono en la atmósfera, los océanos y la biosfera está regulada en gran medida por factores

naturales. En los últimos 100 años, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado un 30%. Las posibles consecuencias climáticas de este proceso están siendo objeto de intenso estudio en los principales centros científicos. Las observaciones realizadas en los últimos 40 años por la red en tierra indican que sólo alrededor de la mitad del dióxido de carbono antropógeno permanece en la atmósfera; la otra mitad es absorbida por los océanos y los ecosistemas continentales.

20. Por ahora, la cobertura de los sumideros de dióxido de carbono es insuficiente. Para verificar los modelos numéricos y los pronósticos y evaluar el balance del dióxido de carbono se requieren mediciones locales precisas de la concentración de este gas en la atmósfera. No hay satélites operacionales que puedan resolver este problema desde una perspectiva mundial y regional.

21. Podría utilizarse equipo de alta sensibilidad para vigilar los componentes menores y las impurezas nocivas de la atmósfera mediante radioscopia solar a fin de obtener datos sobre la contaminación dispersa.

22. Las mediciones de la radiación solar reflejada y dispersa en los espectros del ultravioleta y el infrarrojo cercano hacen posible el uso de la teleobservación para los gases de efecto invernadero básicos, como el dióxido de carbono, el metano y muchos otros compuestos añadidos a la atmósfera.

23. Las mediciones realizadas desde satélites permiten efectuar un seguimiento mundial de la distribución de los gases de efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra y los efectos de las ondas de plasma en la atmósfera y la ionosfera de la Tierra, que influyen en el medio ambiente y en el ser humano.

24. Las observaciones espectroscópicas en el infrarrojo cercano son las que ofrecen mejores posibilidades de realizar mediciones precisas del contenido total de dióxido de carbono en la atmósfera, siempre que se cumplan dos condiciones: a) una resolución espectral alta, que permita distinguir las líneas espectrales no saturadas en las débiles bandas del dióxido de carbono y b) un buen conocimiento de la trayectoria óptica, que atraviesa todo el espesor de la atmósfera. El pequeño tamaño y masa total del instrumento desempeñan un papel importante.

25. El desarrollo de un espectrómetro compacto de alta resolución para el proyecto Venus Express permitió proponer, para el microsatélite Chibis, el espectrómetro "Oracul" con un poder de resolución de  $\lambda/\Delta\lambda \approx 20.000$  a una longitud de onda de 1,58 micrómetros, cuyo desarrollo acaba de terminar.

26. Los nuevos mecanismos físicos de las descargas eléctricas en la atmósfera son un aspecto crucial. El conocimiento de las descargas con relámpagos ha aumentado gracias al descubrimiento, en los últimos años, de varios fenómenos físicos de la atmósfera.

27. Los datos de las observaciones realizadas por el satélite del Observatorio de Rayos Gamma Compton y el satélite de Imágenes Espectroscópicas Solares de Alta Energía Reuven Ramaty (RHESSI) han revelado pulsos excepcionalmente potentes de emisión de radiación gama irradiados desde la Tierra. Estos fenómenos se están investigando ahora en detalle. Experimentalmente se ha demostrado que se generan durante los dos o tres milisegundos que preceden a la descarga básica del relámpago. Puesto que los satélites Compton y RHESSI no fueron diseñados para

estudiar las tormentas eléctricas, las mediciones que realizan no reflejan la compleja naturaleza de los fenómenos y no ofrecen una resolución temporal suficiente.

28. Los datos también revelaron la generación de la ráfaga radioeléctrica única de breve duración (~1 s), que da lugar a la emisión de pulsos de frecuencia radioeléctrica de potencia superalta. Los pulsos se generan en las nubes de tormentas eléctricas a gran altitud (entre 13 y 20 kilómetros (km)), y crean emisiones radioeléctricas en una banda de frecuencias muy amplia que se observan a distancias de varios miles de kilómetros. Las observaciones en tierra revelan también erupciones de rayos gamma, asociadas con saltos del campo eléctrico.

29. Los principales motivos para estudiar los mecanismos físicos de las descargas eléctricas en la atmósfera son los siguientes: a) las erupciones gamma superpotentes a una altitud de 10 a 20 kilómetros son importantes por razones de seguridad para la aviación civil y militar; b) las grandes extensiones de la Tierra expuestas a emisiones gamma intensivas tienen una influencia en la ecología y la seguridad de las personas; y c) los pulsos individuales de frecuencias radioeléctricas superpotentes tienen en la práctica emisiones potentes en todo el rango operativo del espectro de radiofrecuencias (hasta 3 gigahercios y más). Pueden constituir una fuente natural de radiación adecuada para establecer una vigilancia mundial de las radiocomunicaciones.

## **B. Microsatélites**

30. En el último decenio toda la industria espacial se ha visto afectada por restricciones presupuestarias. Esta situación ha alentado a utilizar microsatélites para las misiones científicas, como una opción para desarrollar actividades espaciales sin grandes presupuestos.

31. El 20 de marzo de 2002, tras la separación de la nave de carga Progress M1-7, se puso en órbita, cerca de la órbita de la Estación Espacial Internacional, un microsatélite científico y de educación denominado Kolibri-2000 (creado por el Instituto de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de Rusia, que viene desarrollando microsatélites desde hace siete años). La nave espacial, de una masa total de 20,5 kilogramos (kg), estaba equipada con instrumentos científicos excepcionales para estudiar las descargas con relámpagos, así como con sistemas de recolección y mantenimiento de datos.

32. El programa científico de Kolibri-2000 se dedicó, entre otras cosas, a vigilar la actividad de origen técnico en la ionosfera y a estudiar las perturbaciones ionosféricas causadas por la formación de tormentas magnéticas en la magnetosfera terrestre.

33. Ahora se está desarrollando un nuevo microsatélite denominado Chibis, con una masa total de 40 kilogramos. La primera fase del proyecto concluyó en 2006. El Instituto de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de Rusia posee instalaciones para realizar el ciclo completo de ensayos en tierra de los microsatélites.

34. Como carga útil del Chibis se desarrollaron también los siguientes instrumentos espaciales nuevos: a) magnetómetros de inducción superligeros, b) una sonda eléctrica ligera para medir la tensión de los campos eléctricos y c) una sonda de ondas.

## C. Programas y proyectos de ciencia y tecnologías espaciales

35. En la Argentina, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales se encarga de realizar el programa espacial nacional, en el cual se desarrollan las tres siguientes series de satélites, que se diferencian por el tipo principal de instrumentos que llevan a bordo: a) la serie de Satélites de Aplicaciones Científicas (SAC), con instrumentos para el espectro óptico y de microondas pasivo; b) la serie de Satélites de Observación y Comunicaciones (SAOCOM), con instrumentos activos para el espectro de microondas; y c) la serie SARE para la validación de tecnología y objetivos relacionados con las ciencias de la Tierra.

36. SAC-C fue el primer satélite de observación de la Tierra de la Argentina; lanzado el 21 de noviembre de 2000, funcionó por más de seis años.

37. El satélite Aquarius/SAC-D llevó a cabo una misión científica, realizando mediciones locales sobre la Argentina y contribuyendo a las investigaciones mundiales de la atmósfera, los océanos y los efectos de origen técnico y los fenómenos naturales en el medio ambiente, de conformidad con el plan estratégico del programa espacial nacional de la Argentina. Aquarius/SAC-D fue desarrollado en el marco de la asociación internacional con la Agencia Espacial Italiana, el Centre national d'études spatiales (Francia), el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brasil) y la Agencia Espacial del Canadá.

38. El sistema Ítalo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE) es un sistema satelital dedicado a la prevención, la mitigación y la gestión de los desastres naturales, en particular las inundaciones, los corrimientos de tierra, los incendios, los fenómenos sísmicos, las erupciones volcánicas y la epidemiología. El sistema requiere observaciones combinadas del mismo lugar en las bandas X y L, que sirven para las inundaciones, el suelo, la vigilancia del hielo, la hidrología y la geología.

39. El Instituto de Investigaciones sobre Física de Partículas y Física Nuclear de la Academia de Ciencias Húngara ha sido un participante permanente en las misiones espaciales internacionales de carácter científico en los últimos tres decenios. Entre las misiones más memorables en las que participó figuran el pequeño vehículo de lanzamiento Vega, la misión de la sonda marciana Phobos, Spectrum-X-Gamma, Mars-96, Cassini-Huygens, la misión Rosetta y la misión con vehículo orbital a Mercurio BepiColombo.

40. Este grupo de investigación ha acumulado mucha experiencia, valorada por la comunidad científica internacional, en el campo del diseño, la fabricación y el ensayo de subsistemas electrónicos para naves espaciales, computadoras a bordo, sistemas de adquisición de datos y equipo de apoyo en tierra.

41. El grupo de investigación húngaro desarrolla el equipo eléctrico de apoyo en tierra (EGSE) como una herramienta para mejorar y verificar la fiabilidad de los instrumentos a bordo. La función de control de este equipo consiste en simular los telemandos; también tiene una función de visualización que muestra conjuntos de datos de telemetría.

42. La arquitectura del EGSE ha cambiado drásticamente a lo largo de los años. En los primeros proyectos, los simuladores de señales utilizaban recursos (memoria)

de computadoras personales (PC) y colocaban los datos en una plataforma PC. La generación siguiente tuvo dos unidades: simuladores de señal controlados, con un procesador incorporado, y una computadora personal como interfaz para el usuario; el protocolo de comunicación seguía la norma RS-232. El enfoque actual del desarrollo del EGSE es similar a la arquitectura anterior, pero el procesador incorporado es una tarjeta procesadora Intel PC-compatible y la comunicación se realiza a través de Ethernet, que no tiene limitaciones de distancia entre la mitad especializada y la computadora personal.

43. El Laboratorio Nacional de Investigaciones Atmosféricas de la India ha estudiado la aplicación de datos de radioocultación del Sistema mundial de determinación de la posición (GPS) para estudios del cambio climático.

44. Las características no lineales del clima requieren observaciones a largo plazo del perfil de temperaturas y las concentraciones de vapor de agua en la atmósfera para entender tanto su variabilidad natural como su respuesta a los cambios antropógenos. Para estudiar las tendencias del clima a largo plazo (por ejemplo, las temperaturas, el vapor de agua, la altitud de la tropopausa o la altura geopotencial a niveles de presión específicos) se necesita suficiente exactitud, resolución y cobertura espacial y temporal de los parámetros, ya que durante la vida útil de un instrumento sólo cabe prever que se registren variaciones pequeñas.

45. Estos requisitos de los estudios se satisfacen en parte mediante la técnica de radioocultación del GPS, que no requiere calibración externa sino que se basa en osciladores estables, y por lo tanto, es más útil para la investigación del clima y los pronósticos meteorológicos. El conjunto de datos obtenido mediante la técnica de radioocultación del GPS se ha utilizado con buenos resultados para el pronóstico meteorológico. Muchos estudios han demostrado que las previsiones pueden mejorarse si se incorporan los datos mundiales de la radioocultación del GPS.

46. Al experimento de validación GPS/Meteorology de la radioocultación (Estados Unidos de América) siguieron varias misiones, tales como Ørsted (Dinamarca) y SAC-C (Argentina). El proyecto CHAMP (Challenging MiniSatellite Payload) (Alemania) fue una lograda misión que reunió gran cantidad de información, proporcionando perfiles de parámetros de adecuada exactitud y a largo plazo. Recientemente se lanzó el Satélite Formosa 3 del sistema de observación en constelación para la meteorología, la ionosfera y el clima (COSMIC). La constelación comprende seis satélites con receptores de GPS de doble frecuencia a bordo.

47. La aplicación de la radioocultación del GPS al pronóstico meteorológico proporciona datos que son útiles para el estudio del cambio climático, gracias a la vigilancia, en todas esas misiones, de la altitud de la tropopausa, que es un indicador del cambio climático y/o del vapor de agua. La vigilancia y la previsión del inicio del monzón de verano de la India es otra aplicación que tiene gran impacto en las condiciones socioeconómicas de todo el país.

48. El laboratorio Nacional de Investigaciones Atmosféricas ha propuesto realizar estudios en conjunto con la Organización de Investigación Espacial de la India en las próximas misiones, como el sondeo por radioocultación de la atmósfera (ROSA), en colaboración con Italia, y Megha-Tropiques, en colaboración con Francia.



49. El Instituto de Geobiología, Arqueología, Aguas Subterráneas y Ecología de Macedonia presentó la “red cósmica Stojan” descrita como un nuevo descubrimiento y una solución técnica que utiliza la nanotecnología para ofrecer una comunicación rápida, sin perturbaciones, segura y a bajo costo. La buena conductibilidad de la red cósmica Stojan puede servir para dirigir o utilizar las descargas eléctricas atmosféricas.

50. El Instituto ha investigado detenidamente el efecto de la radiación en el mundo viviente. Los llamados agujeros de ozono, formados como consecuencia de los daños sufridos por la capa de ozono, afectan a grandes extensiones de la Tierra. La radiación ultravioleta penetra fácilmente a través de ellos. Si la población se expone a esa radiación, el riesgo de quemaduras de sol y de cáncer de la piel es alto. Además de los agujeros de ozono, hay otras fuentes de irradiación electromagnética, conocidas como radiación de redes espaciales.

51. Las fuentes espaciales de radiación (nudos) capaces de atravesar la capa de ozono representan nudos activos y son peligrosas para el mundo viviente. Hasta la fecha se han detectado sólo tres tipos de redes cósmicas que son nocivas para los seres vivos. Estudios científicos han demostrado que las personas y el ganado expuestos a estos nudos activos contraen enfermedades malignas: las personas, dentro de nueve años, y el ganado, dentro de tres meses a partir del inicio de la exposición.

52. La Agencia Espacial Nacional de Malasia (ANGKASA) ha realizado varias actividades relacionadas con el diseño y la construcción de microsátélites, satélites pequeños y satélites de investigación y educación. En septiembre de 2000, se puso en órbita circular baja alrededor de la Tierra un microsátélite de 50 kg, TiungSAT-1, con una misión de tres años. Su carga útil comprendía cámaras de dispositivo de acoplamiento de cargas (CCD), el experimento de deposición de energía de rayos cósmicos y el experimento de procesamiento digital de señales.

53. En el marco del programa de satélites pequeños se está desarrollando el proyecto RazakSAT: se trata de un satélite pequeño, de una masa de 200 kg y de forma hexagonal, dotado de un sistema de seguimiento del sol con estabilización en tres ejes basada en cuatro ruedas de reacción. Su carga útil comprende una cámara de apertura mediana con una resolución de 2,5 a 5 m, que transmite datos a una velocidad de 30 megabits por segundo.

54. La experiencia de Malasia abarca satélites de investigación tales como CubeSats (cubos de 10 centímetros con una masa inferior a un kilogramo y un tiempo de vida típico de seis meses). Estos satélites tienen la ventaja de ser más pequeños, más baratos, más rápidos y mejores. Además pueden servir de banco de ensayo de nuevos sistemas y tecnologías espaciales básicas para su aplicación en programas espaciales. InnoSAT es otro proyecto espacial de Malasia, que cuenta con la participación de universidades de este país.

55. En el campo de la educación, ANGKASA tiene un proyecto relativo a un satélite con fines de educación, denominado CanSat, de una masa de entre 350 y 1050 gramos. CanSat posee todas las funciones básicas de un satélite, como las de potencia y comunicaciones, y cabe en una lata de bebidas de 350 mililitros. Normalmente, se lanza en un globo y tiene su propio sistema de recuperación. Una nueva iniciativa de ejecución de programas nacionales de educación espacial ayuda

a ANGKASA a organizar un concurso de estudiantes universitarios para que se familiaricen con el proceso de desarrollo de CanSat.

56. El Centro de Investigación Espacial de la Academia de Ciencias de Polonia presentó varios instrumentos polacos que se han utilizado en misiones espaciales en a) experimentos de diagnóstico de la radiación X solar; b) experimentos de física del plasma; c) estudios físicos y geodésicos de los planetas y d) experimentos astrofísicos.

57. Como base de referencia tecnológica para desarrollar cada instrumento se utilizan las normas de la ESA, a fin de asegurar la alta fiabilidad de los experimentos, y esas normas se aplican en cada nivel del proyecto, desde el concepto del diseño y la arquitectura del instrumento, pasando por las simulaciones numéricas y la selección de los componentes y los materiales, hasta el proceso de fabricación, la verificación del instrumento y, por último, la intervención de la Academia de Ciencias de Polonia. A lo largo de todo el proceso se aplican las normas muy restrictivas de la ESA.

58. La segunda referencia tecnológica es la tecnología simplificada. Los aspectos de la fiabilidad no se tienen en cuenta a nivel de los componentes. Los niveles correctos de fiabilidad de las unidades completas, adecuados para misiones de bajo costo y relativamente breves, se logran mediante ensayos intensivos realizados en los instrumentos antes del lanzamiento. Este enfoque tecnológico simplificado ha conseguido proporcionar datos sumamente interesantes y se ha utilizado en órbita por períodos que han superado considerablemente las directrices iniciales de la misión.

59. El Instituto Pushkov para el Magnetismo Terrestre, la Ionosfera y la Propagación de las Ondas Radioeléctricas, de la Academia de Ciencias de Rusia, ha estudiado la utilización de nanosatélites para vigilar las corrientes ionosféricas y magnetosféricas. Los nanosatélites y los picosatélites ofrecen las siguientes ventajas: a) los proyectos requieren presupuestos pequeños; b) se utilizan microtecnologías; c) los proyectos pueden ser ejecutados por un grupo de estudiantes en un único año académico.

60. El nanosatélite de educación Aurora Boreal es una propuesta del Centro Juvenil de Informática y Comunicaciones Espaciales de Troitsk, en la Federación de Rusia. Los objetivos del programa educativo son: a) construir un prototipo eléctrico del nanosatélite Aurora Boreal; b) ensayar un canal de telemetría en la banda de radioaficionados utilizando la estación RK3DXB de Troitsk como centro de control; c) escribir una guía en ruso sobre los picosatélites; d) reunir y ensayar un conjunto de programas informáticos para el funcionamiento de los picosatélites; e) ensayar prototipos de sensores que puedan utilizarse en modelos de vuelo de nanosatélites; f) presentar los resultados en conferencias dedicadas a los microsátélites y g) recabar apoyo y financiación para trabajar con un modelo de vuelo de un nanosatélite después de 2008.

61. Este proyecto educativo continuará en 2008. Una vez terminado, se presentará a las entidades pertinentes una propuesta para establecer un sistema de vigilancia de las corrientes ionosféricas y magnetosféricas.

62. Las cuestiones de la meteorología espacial y el uso de nanosatélites con el fin de obtener datos de magnetómetros espaciales para los servicios de meteorología

espacial se debaten ampliamente en las instituciones académicas rusas (como el Instituto de Investigaciones Espaciales y el Instituto Pushkov para el Magnetismo Terrestre, la Ionosfera y la Propagación de las Ondas Radioeléctricas).

63. Un nanosatélite tecnológico denominado TNS-0, desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Dispositivos Espaciales de la Federación de Rusia, fue diseñado para el ensayo en vuelos breves de una nueva plataforma de nanosatélite, una nueva técnica de pilotaje que utiliza el sistema de comunicaciones por satélite Globalstar, nuevos dispositivos miniaturizados a bordo y un método de vigilancia del buen funcionamiento basado en el Sistema Internacional de Satélites de Búsqueda y Salvamento (COSPAS-SARSAT).

64. El Instituto ha desarrollado también el nanosatélite tecnológico TNS-1, equipado con instrumentos de teleobservación para diversas aplicaciones, como la exploración de recursos naturales, la vigilancia ecológica y agrícola, la meteorología y la educación.

65. Otros sistemas que se construirán en el futuro en la plataforma de nanosatélites TNS son un sistema de teleobservación denominado Lokon y un sistema de comunicaciones con satélites en órbitas terrestres bajas denominado Koskon para reunir información de vigilancia de las emergencias mundiales y transferirla a entidades de salvamento locales y centrales.

66. El programa Suffa del Observatorio Internacional de Radioastronomía (IRAOS) se creó en virtud de un acuerdo entre la Federación de Rusia y Uzbekistán. El acuerdo establece una base jurídica para la construcción de un radiotelescopio de 70 metros en la altiplanicie de Suffa en Uzbekistán, a una altitud de 2.500 metros, que formará parte del IRAOS. La estructura del IRAOS consistirá en: a) un radiotelescopio que funcionará en la banda de longitudes de onda de 0,9 a 60 mm; b) dos subreflectores desmontables; c) una estación de comunicaciones por satélite; y d) un sistema de recepción y procesamiento de datos y demás infraestructura de apoyo necesaria. Se prevé que el radiotelescopio empezará a funcionar experimentalmente en 2010, e iniciará sus observaciones en 2011.

67. Según el acuerdo, otros Estados, organizaciones internacionales o instituciones científicas nacionales pueden participar en el proyecto de tres formas: a) cooperando en la terminación del desarrollo del proyecto Suffa; b) suministrando equipo; o c) ofreciendo cooperación científica mediante el copatrocinio de actividades futuras del radioobservatorio y el intercambio de datos científicos.

68. Podrían ejecutarse nuevos proyectos piloto relativos al radioastroclima, la correlación entre la actividad solar y la transparencia a las ondas radioeléctricas, las perturbaciones de la magnetosfera-ionosfera, las ondas de plasma, la turbulencia y las condiciones radioeléctricas. Las observaciones a largo plazo constituirán la base de datos para modelizar la atmósfera y la ionosfera a fin de realizar pronósticos “radiometeorológicos”.

#### **D. Aplicaciones de la tecnología espacial a la telemedicina**

69. El Centro de Telemedicina de la Universidad de Colombia apoya el uso de tecnología satelital para la movilidad de la telesalud en Colombia. Trabaja en la puesta en práctica de soluciones de ciber salud, telesalud y telemedicina, aplicando tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) a los problemas de

salud. El proyecto es una de las opciones para resolver problemas nacionales tales como el restringido acceso a las zonas rurales y remotas, la situación vulnerable de algunas comunidades y las necesidades de las zonas urbanas. Se han encontrado soluciones de telecomunicaciones para la telemedicina en comunicaciones satelitales que utilizan, entre otras cosas, terminales de muy pequeña apertura.

70. La Sociedad Internacional de Telemedicina y Sanidad Electrónica tiene la misión declarada de facilitar la difusión internacional de conocimientos y experiencias de telemedicina y cibermedicina y proporcionar acceso a los expertos reconocidos en este campo a nivel mundial. La Sociedad es el órgano que representa a nivel internacional a particulares, empresas, instituciones y asociaciones, nacionales y de otro tipo. Trabaja en colaboración con la Organización Mundial de la Salud, al Unión Internacional de Telecomunicaciones, la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, la Academia Mundial de Tecnologías Biomédicas y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, y mantiene contactos con otras asociaciones internacionales.

71. Med-e-Tel es un foro internacional de educación y trabajo en red para la cibermedicina, la telemedicina y las TIC relacionadas con la salud. Reúne a fabricantes y proveedores de equipo específico, así como a proveedores de servicios, con compradores, profesionales de la salud, ejecutivos de asociaciones y organizaciones internacionales y responsables de la adopción de decisiones y la formulación de políticas institucionales de todo el mundo. Les ofrece experiencia práctica y conocimientos sobre los productos, las tecnologías y las aplicaciones actualmente disponibles. Es un foro en que se presentan y debaten productos, servicios, ideas y proyectos de vanguardia. Es un lugar de reunión para la profundización de las relaciones ya existentes y el establecimiento de nuevos lazos de cooperación y asociación entre personas, grupos científicos e instituciones, y empresas pequeñas, medianas y grandes.

72. Med-e-Tel ha reflexionado sobre el papel de la cibermedicina en el contexto de las aplicaciones espaciales y de alerta temprana, y ha subrayado que los sistemas de salud necesitan actuar para prevenir y enfrentar los efectos de los desastres en la población. Al mismo tiempo, los servicios de salud afrontan graves problemas, como el aumento de los costos, el envejecimiento de la sociedad, la mundialización y la migración.

73. Med-e-Tel considera que la función de una organización de cibermedicina en la gestión de casos de desastre es variada, pudiendo consistir en establecer centros de cibermedicina y/o dispensarios médicos móviles, conectar a especialistas de hospitales con las víctimas de los desastres, acercar a los especialistas al lugar del desastre mediante las TIC, formar a voluntarios, ofrecer teleconsultas y ocuparse de la asistencia a las víctimas de los desastres.

74. El Instituto de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de Rusia presentó una ponencia sobre el uso de la tecnología de microsátélites en la profilaxis médica de enfermedades cardiovasculares y nerviosas. El problema se debe a los campos electromagnéticos débiles del entorno cercano a la Tierra, los llamados factores biotrópicos de la actividad heliogeomagnética. En general, los blancos del campo electromagnético natural débil en los sistemas biológicos son: a) el sistema cardiovascular (de 10 enfermedades y traumas registrados en las llamadas de ambulancia en Moscú en los tres años comprendidos entre 1979 y 1981, sólo las

personas con infarto del miocardio y accidente cerebrovascular se vieron afectadas de manera irreversible por la actividad heliogeomagnética); b) el sistema sanguíneo (problemas de coagulación de la sangre, aumento de la viscosidad, desaceleración del flujo sanguíneo en el sistema capilar y agregación de eritrocitos, observados durante las tormentas geomagnéticas); y c) el sistema nervioso.

75. Las conclusiones preliminares de un estudio sobre la sensibilidad magnética de personas sanas y de pacientes con hipertensión arterial demostraron que en estos últimos se observa una correlación máxima con la actividad magnética dentro del día o los dos días siguientes a la fase principal de la tormenta geomagnética. La tensión arterial también está correlacionada con la temperatura y la presión atmosférica.

76. Las investigaciones indican asimismo la existencia de efectos negativos de la meteorología espacial en pacientes con enfermedades cardiovasculares y del sistema nervioso. Para prevenir la aparición de arritmias, fibrilación cardíaca, muerte súbita por infarto del miocardio, accidentes cerebrovasculares, crisis epilépticas e intentos de suicidio, se necesita profilaxis médica. Por consiguiente, los pronósticos meteorológicos espaciales son de la máxima importancia para hacer frente a este problema. La medida de profilaxis más eficaz en el caso de las personas enfermas es la previsión a corto plazo de las tormentas magnéticas.

77. Los microsátélites pueden ser útiles para los pronósticos de la meteorología espacial, al vigilar permanentemente el viento solar y el campo magnético interplanetario. El microsátélite debe colocarse en un punto de libración entre el Sol y la Tierra. Con una pequeña carga útil, que comprende un procesador a bordo, el microsátélite podría pronosticar las perturbaciones geomagnéticas y enviar una señal de alerta una o dos horas antes de que aparecieran en la magnetosfera terrestre.

78. Si un satélite pudiera pronosticar una tormenta geomagnética y advertir de que se aproxima, sería posible ejecutar un proyecto basado en el “principio del semáforo” como medida preventiva. En cada lugar en que se requiriera esa información y para cada persona que pudiera necesitarla (en los centros de control del tráfico aéreo, en las unidades de cuidados intensivos de las clínicas cardiológicas, en los hospitales psiquiátricos, en la infraestructura industrial que pudiera sufrir daños por sobretensión y, en particular, para las personas que ya hubiesen tenido un infarto del miocardio o un accidente cerebrovascular o que sufrieran, por ejemplo, de crisis del sistema nervioso vegetativo), podría activarse un dispositivo portátil con una luz roja de alarma como medida preventiva tras la alerta dada por el satélite.

### **III. Observaciones y recomendaciones**

#### **A. Observaciones**

79. Los participantes en la reunión formularon las siguientes observaciones:

a) El intercambio de información sobre los satélites ayudaría a evitar la duplicación de instrumentos y de misiones satelitales. Se recalcó que para mejorar el empleo de la información satelital, era importante fortalecer la capacidad de utilizar los datos de satélites a fin de sacar pleno partido de esa información;

b) Podría darse un seguimiento a las actividades relacionadas con el uso de tecnología espacial de microsátélites. El Instituto de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de Bulgaria expresó interés en acoger la próxima reunión del grupo.

## **B. Recomendaciones**

80. Los participantes en la reunión formularon las siguientes recomendaciones:

a) Deberían abrirse canales de comunicación entre los expertos en microsátélites de todo el mundo mediante la publicación de un boletín trimestral. Podría examinarse la opción de un enlace con el sitio web de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre que contuviera información para ponerse en contacto con los expertos en este campo a fin de proseguir los debates y adoptar medidas;

b) Debería ejecutarse un proyecto piloto de intercambio de datos como instrumento eficaz para compartir e intercambiar información. El primer paso sería identificar el proyecto, con una amplia explicación de las aplicaciones específicas en el futuro cercano. El segundo paso consistiría en dar a conocer la descripción del proyecto a través del mencionado boletín, a fin de encontrar un centro, institución o expertos que pudieran apoyar el proyecto o proporcionar imágenes de satélite para un proyecto particular;

c) Debería alentarse el uso de microsátélites en los países en desarrollo como primera medida para adquirir experiencia en la tecnología y las actividades espaciales. La tecnología no sería un problema, pero asegurar la disponibilidad de la competencia técnica para utilizarla constituiría un reto. La tecnología de los microsátélites es un buen ejemplo de cómo pueden integrarse las aplicaciones espaciales.