



Asamblea General

Distr. general
21 de noviembre de 2012
Español
Original: inglés

Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Informe del Simposio de las Naciones Unidas y el Japón sobre nanosatélites: “Transformación paradigmática: cambio de arquitectura, tecnologías y participantes”

(Nagoya, Japón, 10 a 13 de octubre de 2012)

I. Introducción

1. El Simposio sobre nanosatélites de las Naciones Unidas y el Japón dedicado al tema “Transformación paradigmática: cambio de arquitectura, tecnologías y participantes” fue el primero de una serie de simposios internacionales sobre el desarrollo de tecnología espacial básica que se celebrarán en las regiones correspondientes a las comisiones económicas para África, América Latina y el Caribe, Asia y el Pacífico, y Asia Occidental. Fue la continuación de una serie de tres simposios de las Naciones Unidas, Austria y la Agencia Espacial Europea (ESA) sobre programas de satélites pequeños celebrados en Graz (Austria) de 2009 a 2011. Los simposios forman parte de la Iniciativa sobre tecnología espacial básica, que se ejecuta en el marco del Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial y que está destinada a apoyar el fomento de la capacidad en tecnología espacial básica y promover el recurso a la tecnología espacial y sus aplicaciones para utilizar el espacio ultraterrestre con fines pacíficos y favorecer el desarrollo sostenible (véase www.unoosa.org/oosa/en/SAP/bsti/index.html).

2. El Simposio fue organizado por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría y por la Universidad de Tokio, en nombre del Gobierno del Japón. Apoyaron su organización el Consorcio de Universidades de Ingeniería Espacial (UNISEC), la Oficina del Gabinete, el Ministerio del Interior y Comunicaciones, el Ministerio de Asuntos Exteriores, el Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria del Gobierno del Japón; el Gobierno de la Prefectura de Aichi; la ciudad de Nagoya; y la Oficina de Convenciones y Visitantes de Nagoya. El Simposio también se benefició de contribuciones de la Academia Internacional de



Astronáutica (AIA), Mitsubishi Heavy Industries Ltd., Suntory Holdings Limited y la Next Generation Space System Technology Research Association.

3. En el presente informe se reseñan los antecedentes, los objetivos y el programa del Simposio, se resumen las intervenciones hechas durante las sesiones temáticas, las conferencias especiales y las mesas redondas, y se documentan las recomendaciones y observaciones de los participantes. El informe se prepara con arreglo a lo establecido en la resolución 66//71 de la Asamblea General, y se debe leer en conjunto con los informes de los tres simposios de las Naciones Unidas, Austria y la ESA sobre programas de satélites pequeños celebrados de 2009 a 2011 (A/AC.105/966, A/AC.105/983 y A/AC.105/1005).

A. Antecedentes y objetivos

4. Desde la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (UNISPACE III), celebrada en Viena del 19 al 30 de julio de 1999, se han logrado progresos considerables en el uso operativo de la tecnología espacial y sus aplicaciones. Los avances realizados en varios ámbitos tecnológicos en el último decenio han hecho que las aplicaciones de la tecnología espacial sean más económicas y asequibles, lo que ha posibilitado que un número creciente de usuarios en cada vez más países se beneficien de las actividades espaciales. Las actividades con base en el espacio, como las telecomunicaciones, la observación de la Tierra y los satélites de navegación prestan apoyo a una amplia gama de aplicaciones y están crecientemente integradas en la infraestructura pública, contribuyendo a la adopción de políticas y decisiones en apoyo de un desarrollo sostenible que mejora la vida de las personas.

5. Los nanosatélites y los satélites pequeños, cuya capacidad crece de manera sostenida, pueden ahora desarrollarse con una infraestructura y a un costo que los hace viables y económicos para organizaciones como instituciones académicas y centros de investigación, que cuentan con un presupuesto limitado para las actividades espaciales. Los muchos beneficios que pueden dimanar de esas actividades han suscitado mayor interés en establecer competencias básicas en el desarrollo de la tecnología espacial, incluso en países en desarrollo y en países que anteriormente solo habían sido usuarios de las aplicaciones de la tecnología espacial.

6. El ritmo cada vez más acelerado de los adelantos tecnológicos, en particular los vinculados con el desarrollo de satélites de 1 a 50 kilogramos, y el pronunciado aumento del número de participantes en esa esfera determinaron que en 2009 se estableciera la Iniciativa sobre tecnología espacial básica en el marco del Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial, en cumplimiento de su mandato de estimular el crecimiento de un núcleo autóctono y de una base tecnológica autónoma, en la medida posible, de la tecnología espacial de los países en desarrollo, con la cooperación de otras organizaciones de las Naciones Unidas y/o Estados Miembros, como se dispone en la resolución 37/90 de la Asamblea General. La Iniciativa apoya el fomento de la capacidad en tecnología espacial básica e inicialmente hace hincapié en el desarrollo de nanosatélites y satélites pequeños y sus aplicaciones para la utilización del espacio ultraterrestre con fines

pacíficos con miras a favorecer el desarrollo sostenible y, en particular, su contribución al logro de los objetivos de desarrollo convenidos internacionalmente, incluidos los consignados en la Declaración del Milenio (resolución 55/2 de la Asamblea General), así como de los objetivos establecidos en el Plan de Aplicación de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible¹ y la Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible².

7. La Iniciativa sobre tecnología espacial básica comenzó con la organización de tres simposios de las Naciones Unidas, Austria y la ESA sobre programas de satélites pequeños que tuvieron lugar en 2009, 2010 y 2011. En el primer simposio se abordaron cuestiones generales vinculadas al fomento de la capacidad para el desarrollo de la tecnología espacial y las actividades de desarrollo de satélites pequeños. Para el segundo simposio se eligió el subtema “Cargas útiles para programas con satélites pequeños”. El tercer simposio se centró en el subtema “Ejecución de programas con satélites pequeños: cuestiones técnicas, de gestión, reglamentarias y jurídicas”. Los objetivos del Simposio, es decir, del presente informe, fueron los siguientes:

- a) Examinar los últimos adelantos técnicos, la gestión del programa y estrategias de ingeniería innovadoras;
- b) Abordar el papel de los nanosatélites en la educación sobre el espacio y comenzar a elaborar un programa de estudios de las Naciones Unidas de ingeniería espacial;
- c) Proveer información sobre la situación en que se encontraban las últimas deliberaciones sobre los aspectos jurídicos y reglamentarios aplicables a las actividades relacionadas con los nanosatélites; y
- d) Proporcionar un foro para el debate y el intercambio de ideas con miras a intensificar la cooperación entre los participantes en el Simposio.

B. Asistencia

8. Los participantes en el Simposio fueron seleccionados atendiendo a sus cualificaciones académicas y experiencia de trabajo profesional en el desarrollo de la tecnología espacial o a su participación en la planificación y ejecución de programas con satélites pequeños de organizaciones gubernamentales competentes, organismos internacionales o nacionales, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas o de investigación, o empresas del sector privado.

9. Asistieron al Simposio 290 profesionales en cuestiones del espacio, cuya labor guardaba relación con misiones de nanosatélites y satélites pequeños, procedentes de instituciones gubernamentales, universidades y otras instituciones académicas y del sector privado de los 43 países siguientes: Alemania, Angola, Armenia, Australia, Austria, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, China, Ecuador, Egipto, Estados Unidos de América, Filipinas, Finlandia, Francia, Ghana, Grecia, India,

¹ *Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo (Sudáfrica), 26 de agosto a 4 de septiembre de 2002* (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: S.03.II.A.1 y corrección), cap. I, resolución 2, anexo.

² *Ibid.*, cap. I, resolución 1, anexo.

Indonesia, Italia, Japón, Kenya, Lituania, México, Mongolia, Nigeria, Omán, Países Bajos, Pakistán, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República Checa, República de Corea, Singapur, Sudáfrica, Sudán, Suecia, Suiza, Tailandia, Túnez, Turquía, Uruguay y Viet Nam.

10. Entre los participantes en el Simposio figuraron también representantes de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), y la AIA.

11. Los fondos asignados por las Naciones Unidas y los copatrocinadores se utilizaron para sufragar los costos de los viajes en avión, las dietas y el alojamiento de 33 participantes. Para demostrar sus cualificaciones, todos los participantes que solicitaron copatrocinio total o parcial debieron presentar un resumen en conformidad con los requisitos establecidos para el concurso de trabajos del Simposio. Los copatrocinadores también aportaron fondos para la organización, los servicios y el transporte locales de los participantes.

C. Programa

12. El programa del Simposio fue elaborado por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y la Universidad de Tokio en cooperación con el comité del programa del Simposio. El comité del programa estuvo integrado por representantes de organismos espaciales nacionales, organizaciones internacionales e instituciones académicas, entre otros. Un comité honorario y un comité organizador local contribuyeron también a la organización satisfactoria del Simposio.

13. El programa consistió en una sesión de apertura, las intervenciones finales del segundo concurso de ideas para misiones, cinco sesiones técnicas, tres mesas redondas, dos conferencias especiales, una sesión de presentación de carteles, una sesión dedicada a iniciar la elaboración de un programa de estudios de ingeniería espacial, y concluyó con la celebración de debates sobre observaciones y recomendaciones y, seguidamente, con las observaciones finales de los organizadores.

14. Durante la sesión de presentación de carteles se expusieron en total 61 carteles que abarcaron una amplia gama de temas asociados con el desarrollo de nanosatélites.

15. Los presidentes y copresidentes asignados a cada una de las cinco sesiones técnicas y las tres mesas redondas presentaron sus observaciones y notas como aportaciones para la preparación del presente informe. El programa detallado, la información de antecedentes y la documentación completa de las disertaciones del Simposio pueden consultarse en un sitio web dedicado al Simposio (www.nanosat.jp).

16. Los participantes en el Simposio también fueron invitados a asistir a la Exposición Aeroespacial Internacional del Japón de 2012, que se celebró en Nagoya del 9 al 14 de octubre de 2012 (www.japanaerospace.jp).

II. Resumen del programa del Simposio

A. Sesión de apertura

17. En la sesión de apertura formularon palabras de bienvenida representantes de la Universidad de Tokio y del Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología del Japón, así como el Presidente de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos. Un representante de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre se refirió al estado en que se encontraba la Iniciativa sobre tecnología espacial básica e hizo una reseña de los aspectos más importantes, los objetivos y los resultados previstos, así como de las actividades de seguimiento del Simposio.

B. Concurso de ideas para misiones

18. El concurso de ideas para misiones consiste en una serie de competiciones organizadas por el UNISEC con el patrocinio de la Universidad de Tokio. Sus objetivos son: fomentar la explotación innovadora de microsátélites y nanosatélites para proporcionar medios, servicios o datos útiles y contribuir al fomento de la capacidad en las ciencias, las aplicaciones y la ingeniería espaciales. En marzo de 2011 concluyó el primer concurso de ideas para misiones, en que participaron representantes de 24 países. En agosto de 2011 se hizo una invitación a presentar trabajos con miras al segundo concurso de ideas para misiones. Se examinaron ideas con respecto a nanosatélites de menos de 50 kilogramos en las dos categorías de temas: “Ideas para misiones y diseños de satélites” e “Ideas para misiones y modelos comerciales”.

19. El concurso se celebró en colaboración con la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y la AIA, y contó con el apoyo de Gesellschaft zur Förderung des akademischen Nachwuchses, Analytical Graphics Inc., Princeton Satellite Systems, Teaching Science and Technology Inc., de un grupo de examen internacional y de coordinadores regionales de 33 países. De noviembre de 2011 a abril de 2012 se celebraron seminarios regionales para promover el concurso en los siguientes países: Alemania, Arabia Saudita, Bélgica, Brasil, Bulgaria, España, Ghana, Guatemala, Japón, Kenya, Lituania, México, Namibia, Nigeria, Perú, Singapur, Túnez, Turquía y Venezuela (República Bolivariana de). Se recibieron en total 72 ideas para misiones de 31 países.

20. Durante la sesión dedicada al concurso, los finalistas y semifinalistas presentaron sus ideas para misiones. Luego de evaluar las disertaciones en función de criterios de evaluación establecidos, el grupo de examen internacional seleccionó a los ganadores de cada categoría. En el sitio web del concurso www.spacemic.net pueden obtenerse más detalles acerca de las ideas para misiones y los resultados del concurso. Se prevé celebrar un tercer concurso en el futuro próximo.

C. Sesiones técnicas

21. Se celebraron sesiones técnicas sobre los siguientes temas: a) Arquitectura y tecnologías de satélites, b) Innovación en el proceso de desarrollo de los satélites, c) Utilización y aplicaciones de los microsátélites y nanosatélites, d) Cuestiones de normalización y reglamentación y e) Estrategias para el fomento de la capacidad. Las disertaciones presentadas en estas sesiones se seleccionaron sobre la base de un examen de todos los resúmenes presentados en respuesta al concurso de trabajos del Simposio. En los párrafos siguientes se resumen los aspectos más destacados de las sesiones y las principales cuestiones que fueron objeto de debate.

1. Arquitectura y tecnologías de satélites

22. En la sesión sobre arquitectura y tecnologías de satélites se pasó revista a las actividades de investigación asociadas con las tecnologías de satélites pequeños y los planes de misiones. De las más de 30 disertaciones presentadas, la mayoría se centró en la arquitectura y en la tecnología de desarrollo de los programas informáticos, cuestiones que se consideran de gran importancia para reducir los costos de desarrollo de las misiones y mantener al mismo tiempo su alto grado de fiabilidad.

23. La comunidad vinculada a los satélites pequeños investiga y utiliza cada vez más componentes de programas informáticos de fuentes de acceso libre para el control de vuelos a bordo y la arquitectura “plug and play”, que consiste en la conexión de módulos independientes mediante interfaces normalizadas. La Universidad de Ciencias de Tokio y la Iniciativa OpenCube de Alemania presentaron conceptos aplicables.

24. La Universidad de Wakayama del Japón presentó una estrategia de verificación de programas informáticos (simulación mediante modelo en bucle, programa informático en bucle y equipo informático en bucle) para programas informáticos de control de actitud de satélites pequeños.

25. La Universidad de Stanford presentó una tecnología óptica adaptativa de alta velocidad conocida como constelación CubeSat de transmisión de imágenes espectrales estereográficas de alta velocidad y de resolución adaptativa que se aplicará en una próxima misión CubeSat de tres unidades. En ensayos con base en Tierra se lograron mejoras de resolución angular de imagen un orden de magnitud superior a los límites de difracción de los medios ópticos empleados.

26. El Instituto de Ciencia y Tecnología Espacial de Lituania presentó un método singular de control de actitud en que se utilizaba la transmisión piezoeléctrica para controlar la reacción en un CubeSat de una unidad. Un problema técnico que queda por resolver son sus altos requisitos de potencia. La Universidad de Tokio comunicó que estaba desarrollando un sistema de determinación y control de actitud de alta precisión para el satélite de astrometría Nano-JASMINE de 35 kilogramos de peso.

27. Innovative Solutions in Space (ISIS) de los Países Bajos expuso la situación en que se hallaba la misión QB50.

2. Innovación en el proceso de desarrollo de satélites

28. Las disertaciones presentadas en esta sesión sobre la innovación en el proceso de desarrollo de satélites se centraron en el diseño y el análisis de procesos, en los ensayos espaciales y en los ensayos terrestres.

29. El Instituto de Tecnología de Kyushu del Japón presentó un modelo de programa informático basado en técnicas de simulación de gestión de la demanda y en la técnica Monte Carlo para calcular los costos, los plazos y la fiabilidad de los proyectos de nanosatélites.

30. La Universidad de Strathclyde del Reino Unido presentó un enfoque basado en operaciones y sistemas integrados para el diseño óptimo de satélites pequeños.

31. En la exposición del Instituto de Tecnología de Manipal de la India sobre la fiabilidad estructural de los nanosatélites se analizó el grado en que las normas establecidas para proyectos de satélites más grandes podrían ser aplicables a misiones de satélites pequeños.

32. La Universidad Politécnica del Estado de California de los Estados Unidos puso de relieve la contribución de la norma CubeSat al objetivo de hacer más asequibles y rentables las actividades de desarrollo de los nanosatélites, como un ejemplo de la innovación basada en las limitaciones.

33. En las intervenciones hechas en esta sesión se trataron los siguientes temas comunes:

a) La aplicación de técnicas apropiadas de análisis y estimación de costos y fiabilidad resulta útil para el desarrollo práctico de nanosatélites;

b) Las normas vigentes debidamente adaptadas a las necesidades de desarrollo de los nanosatélites pueden contribuir a aumentar la fiabilidad de la misión;

c) La adhesión obligatoria a las normas establecidas, como la norma CubeSat, con frecuencia ha impulsado a los creadores de misiones a presentar soluciones creativas que han originado posibilidades para la misión que antes no se habrían considerado factibles por causa de limitaciones de masa y volumen;

d) Los crecientes índices de capacidad y fiabilidad de los aparatos electrónicos de consumo producidos en masa están facilitando el diseño y realización de misiones de nanosatélites cada vez más capaces, incluidas sus aplicaciones operacionales.

3. Utilización y aplicaciones de microsátélites y nanosatélites

34. En la exposición del Instituto Nacional de Tecnología y Gestión Babu Banarasi de la India sobre aplicaciones inteligentes y económicas de los microsátélites y nanosatélites en los países en desarrollo se resumieron los múltiples beneficios que se podían obtener de los programas de satélites pequeños, especialmente para satisfacer las necesidades de esos países.

35. Basándose en una aplicación específica, la Universidad Normal de Anyang de China presentó actividades de investigación y aplicaciones de la fusión rápida de imágenes derivadas de las misiones de microsátélites de ese país.

36. La Universidad Nacional Autónoma de México se refirió al estado en que se encontraba la misión HUMSAT/DEMO, el primer satélite del programa HUMSAT que será lanzado a principios de 2013.

37. La Universidad de Tohoku del Japón indicó el estado de desarrollo del microsátélite del proyecto internacional de satélites experimentales de transmisión rápida (RISESat) (Hodoyoshi-2).

4. Cuestiones de normalización y reglamentación

38. Ante el creciente número de misiones de nanosatélites en fase de planificación, ejecución u operativa, cada vez revisten más importancia los aspectos de normalización de las plataformas y los componentes de satélites, los enfoques técnicos de las misiones y el establecimiento de procedimientos y prácticas de desarrollo y ensayo, así como el cumplimiento de las cuestiones reglamentarias pertinentes.

39. El representante de la UIT examinó el marco reglamentario de radiocomunicaciones para el diseño y explotación de satélites pequeños. Recalcó que en ese marco se establecen tanto derechos como obligaciones. Se han atribuido bandas de frecuencias (artículo 5 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT) para servicios de radiocomunicación definidos. Su utilización se incorpora en el Registro Internacional de Frecuencias. El servicio de aficionados por satélites se define en el artículo 25 del Reglamento de Radiocomunicaciones. También se señaló a los participantes en el Simposio la resolución 757 (COM6/10) de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones sobre los aspectos reglamentarios de los picosatélites y los nanosatélites. La UIT puso a disposición de los participantes un CD-ROM actualizado de un curso práctico con información útil y un programa informático de apoyo para ayudar a la captura de datos y validar la presentación de las notificaciones de solicitudes).

40. El Instituto de Tecnología de Kyushu se refirió al estado del proyecto de normalización de ensayos ambientales de microsátélites y nanosatélites. Normalmente los nanosatélites tienen una tasa de fallo relativamente alta del 52%. El proyecto de normalización de ensayos ambientales de nanosatélites (NETS) se inició con el fin de ayudar a aumentar la fiabilidad de los nanosatélites y mantener a la vez sus ventajas, bajo costo y entrega rápida. De ahí la necesidad de una nueva mentalidad en torno a los ensayos ambientales. En el sitio web del proyecto NETS (http://cent.ele.kyutech.ac.jp/nets_web/nets_web.html) se puede obtener más información sobre sus actividades.

41. En la disertación de la Universidad de Kioto sobre el estudio del modelo de explotación de microsátélites y nanosatélites para la creación de redes operacionales se hizo referencia a las arquitecturas e interfaces de red adecuadas para la cooperación internacional en relación con las redes de estaciones terrenas y su explotación para misiones de satélites pequeños. Para las misiones operacionales y comerciales de pequeños satélites es especialmente importante que las redes de estaciones terrenas sean fiables y estables.

42. La disertación del Center for Space Standards and Innovation de los Estados Unidos estuvo relacionada con la reducción de los desechos espaciales en las misiones de satélites pequeños. Se sostuvo que existían sistemas orbitales operacionalmente seguros para satélites pequeños que satisficieran la mayoría de las

necesidades de las misiones a los que podía tenerse acceso, y que sus operaciones no debían distinguirse de las que realizaban los satélites grandes para los fines de reducir los desechos espaciales.

5. Estrategias para el fomento de la capacidad

43. En la sesión técnica final se abordaron las actividades destinadas a fomentar la capacidad de los proyectos y programas de ingeniería espacial y satélites pequeños.

44. El representante del Organismo de Geoinformática y Desarrollo de la Tecnología Espacial de Tailandia se refirió a la mejora y el perfeccionamiento de la fuerza de trabajo de la industria espacial del país. Tailandia prevé inaugurar el Space Krenovation Park (SKP), cuya finalidad es contribuir al fomento de la capacidad de la industria espacial. Se espera que en él se establezca un centro de operaciones satelitales, un centro espacial y de capacitación del Sistema de Información Geográfica, un museo del espacio, instalaciones de ensamblaje, integración y ensayo, y una incubadora de empresas.

45. Se han celebrado competiciones en varios países para incorporar a la generación más joven en las actividades relacionadas con el espacio. La Canadian Satellite Design Challenge Management Society presentó las enseñanzas extraídas de una competición de diseño de nanosatélites de una universidad canadiense.

46. El UNISEC informó de los resultados del tercer CanSat Leader Training Program. Más de 30 personas provenientes de 21 países han participado en estos cursos desde que fue celebrado el primero en 2011. El cuarto programa de capacitación se celebrará en el otoño de 2013 (véase www.cltp.info).

47. Representantes de la Universidad de El Cairo y la Universidad Técnica de Estambul se refirieron a la educación espacial basada en investigaciones y aplicaciones que se impartía en Egipto y Turquía. Las actividades se han beneficiado de programas internacionales, como el concurso de ideas para misiones y el CanSat Leader Training Programme, así como de las actividades educativas del Instituto de Aeronáutica y Astronáutica de los Estados Unidos. Se llegó a la conclusión de que los trabajos prácticos de proyectos y los estudios de diseño eran elementos importantes de la educación espacial.

48. En la intervención del representante del Instituto Nacional de Aeronáutica y el Espacio de Indonesia (LAPAN) se recalcó la importancia de fomentar la capacidad en materia de ciencia y tecnología espaciales para impulsar la innovación y el crecimiento económico a nivel nacional. El LAPAN participa en actividades de cooperación internacional con países avanzados en materia espacial para adquirir la capacidad necesaria para el desarrollo autóctono de tecnología espacial.

D. Mesas redondas

49. Se celebraron mesas redondas sobre los temas siguientes: a) Cómo asegurar la alta fiabilidad de la misión sin aumentar los costos y el tiempo de desarrollo; b) Educación espacial internacional con el empleo de nanosatélites; y c) Satélites pequeños y desechos espaciales.

1. Cómo asegurar la alta fiabilidad de la misión sin aumentar los costos y el tiempo de desarrollo

50. Los participantes en la mesa redonda señalaron las experiencias que habían adquirido en el desarrollo de arquitecturas de misiones satelitales. Convinieron en que los nanosatélites abrían nuevas posibilidades de aplicación orientadas al usuario final limitadas solamente por la física. Las nuevas tecnologías hacían posible mejorar constantemente el comportamiento de los sistemas.

51. Entre las buenas prácticas de desarrollo se mencionó el diseño de márgenes apropiados para ayudar a asegurar la fiabilidad y el empleo de componentes probados en vuelo con el fin de reducir los riesgos de fallo de los componentes en los subsistemas críticos. Con las nuevas tecnologías se habían reducido considerablemente los fallos aleatorios de componentes. Sin embargo, los rápidos cambios de tecnología también dificultaban la elaboración de modelos de fiabilidad estadística; así, el análisis de riesgos estaba resultando cada vez más difícil. Con todo, se debía seguir realizando el análisis de árbol de fallos para preparar la aplicación de medidas de mitigación. Otras medidas de mitigación consistían, por ejemplo, en duplicar los componentes o recursos, como dentro de las constelaciones de satélites. Lo ideal sería recurrir a aplicaciones de equipos informáticos diferentes para duplicar las funciones a fin de tener en cuenta los fallos sistemáticos de esos equipos.

52. La colaboración con las universidades en actividades de investigación y desarrollo se consideró fructífera. La posibilidad de limitar el empleo de subcontratistas y de que el grupo se encargara de más del 75% de la ejecución de una misión simplificaría considerablemente la complejidad de la misión del programa. Se recomendó trabajar en grupos pequeños muy unidos y experimentados.

53. Se consideró indispensable la comunicación óptima y la interacción constante entre los miembros del grupo. Debían adoptarse decisiones en los niveles orgánicos más bajos posibles y compartirse esas decisiones con eficacia. Para ello era preciso aplicar un sistema apropiado de seguimiento y gestión de documentos, haciendo todo lo posible por optimizar al máximo los gastos generales y las estructuras de gestión.

54. Se señaló que estaba aumentando la presión para que se prestaran servicios fiables, sobre todo en las misiones de nanosatélites comerciales. Por tanto, era necesario trabajar con rigor comercial en el diseño de la misión; para ello tal vez no fuera adecuado recurrir a mano de obra estudiantil.

2. Educación espacial internacional con el empleo de nanosatélites

55. Los participantes en la mesa redonda señalaron la contribución de los satélites de estudiantes como instrumentos de educación práctica y de capacitación en ingeniería de sistemas. Durante el período de dos o tres años que abarcaba normalmente un programa para estudiantes se podían desarrollar, construir y lanzar satélites.

56. El representante del UNISEC presentó la propuesta de UNISEC-International, programa que tenía por objeto trasladar las experiencias y enseñanzas que había

adquirido el UNISEC en el Japón a otros países y organizaciones interesados en desarrollar las actividades de ingeniería espacial a nivel universitario.

57. Los participantes señalaron que varias universidades que habían fabricado componentes como parte de sus actividades relacionadas con los satélites pequeños ya los estaban distribuyendo a escala comercial.

58. Se recomendó que los gobiernos instituyeran y apoyaran programas de larga duración para lograr un alto grado de estabilidad en las actividades de fomento de la capacidad educativa. En los casos en que el gobierno no prestara ese tipo de apoyo, se consideraba útil que los programas educativos se armonizaran con los objetivos que aquel hubiera establecido.

3. Satélites pequeños y desechos espaciales

59. Los debates de grupo comenzaron con un examen exhaustivo de las actividades relacionadas con los desechos espaciales en el marco de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos que presentó la Presidencia de la Comisión.

60. Se observó que el riesgo de los desechos espaciales era real y que había datos bien documentados de varias colisiones y un gran número de encuentros cercanos. También se indicó que el riesgo real no provenía del número aún limitado de satélites en órbita, sino de la fragmentación de los satélites, que causaban con mayor frecuencia la presurización o energización de sus componentes. En consecuencia, una cuestión fundamental para reducir los desechos espaciales era desactivar los satélites cuando llegaran al final de su tiempo de estancia.

61. Los análisis estadísticos indicaban que el número de satélites pequeños lanzados anualmente no incrementaba notablemente el riesgo de colisiones en órbita; no obstante, debían acatarse las medidas conservadoras de reducción recomendadas por el Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales³ y las directrices de aplicación voluntaria para la reducción de los desechos espaciales de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos⁴.

62. Sin mecanismos concretos de retiro de órbita, los satélites podrían sacarse de órbita con seguridad a una altitud orbital inferior a 400 kilómetros en 25 años tras el final de su tiempo de estancia. Se estaban desarrollando varios mecanismos de retiro de órbita para una altitud orbital de 400 kilómetros a 800 kilómetros. En el caso de las misiones en altitudes orbitales superiores a 800 kilómetros sería difícil sacar de órbita el satélite en un plazo razonable.

63. Aunque todas las directrices relativas a la reducción de desechos espaciales eran de carácter voluntario, se hizo notar que varios países exigían a los fabricantes de satélites que demostraran su adhesión a las directrices relativas a la reducción de desechos espaciales para concederles una licencia de exportación para el transporte del satélite al polígono de lanzamiento situado en otro país.

³ A/AC.105/C.1/L.260, anexo.

⁴ Véase *Documentos Oficiales de la Asamblea General, sexagésimo segundo período de sesiones, Suplemento núm. 20 (A/62/20)*, anexo.

E. Conferencias especiales

1. Ampliación de la capacidad de los satélites pequeños

64. Los últimos adelantos en los procesos de fabricación, aparejados a la drástica reducción de las tasas de fallo de componentes de piezas miniaturizadas disponibles en el mercado, que se habían convertido en la nueva norma de alta fiabilidad, y su bajo costo unitario resultante del alto volumen de producción, estaban cambiando la economía espacial. Los análisis estadísticos demostraban que la Ley de Moore también era aplicable al factor de crecimiento de la capacidad de los satélites pequeños, como por ejemplo, en la resolución de imágenes terrestres de los satélites pequeños de observación de la Tierra, o en su tasa de transmisión de volúmenes de datos. Los avances técnicos pronto solo se verían limitados por las restricciones impuestas por la física.

65. En la disertación se recordó el éxito del Surrey Space Centre y de su rama comercial Surrey Satellite Technology Ltd. (SSTL), que acumulaban 30 años de experiencia en el desarrollo de misiones de satélites pequeños, en que se habían realizado 25 lanzamientos desde nueve vehículos de lanzamiento diferentes. En ese tiempo la capacidad de las misiones satelitales del Surrey Space Centre y la SSTL había aumentado enormemente. La SSTL, que desde principios del decenio de 1980 venía desarrollando desde microsátélites sencillos de almacenamiento y envío hasta diversas misiones de aplicaciones de órbita terrestre baja y órbita terrestre mediana, trataba en esos momentos de aplicar su experiencia en los satélites pequeños a los satélites de órbita terrestre geoestacionaria, a los satélites LEO de radar de apertura sintética y a misiones científicas y de exploración en la Luna y Marte.

66. La falta de oportunidades de lanzamiento y su costo seguían limitando gravemente el desarrollo y explotación de los satélites pequeños, y las nuevas soluciones de vehículos de lanzamiento tardarían al menos 10 años en llegar al mercado.

2. El arte y la ciencia de la ingeniería de sistemas espaciales

67. Una conferencia especial versó sobre el arte y la ciencia de la ingeniería de los sistemas espaciales, que abarcaba la dirección técnica (el arte) y la gestión de los sistemas (la ciencia). Los ingenieros de sistemas actuaban como interfaz entre arquitectos, creadores, promotores y explotadores. La función del ingeniero de sistemas se comparó con la de un maestro que conocía cómo debía sonar la música y quién tenía las aptitudes para dirigir a un grupo de músicos y lograr el sonido deseado. El ingeniero de sistemas también es en última instancia el responsable de ejecutar con éxito un proyecto.

F. Sesión relativa a un programa de educación espacial

68. Desde 1988 las Naciones Unidas, por conducto de su programa de aplicaciones de la tecnología espacial, ha venido apoyando el establecimiento de centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales afiliados a las Naciones Unidas, en África, Asia y el Pacífico, América Latina y el Caribe, y Asia Occidental (véase www.unoosa.org/oosa/en/SAP/centres/index.html). En el establecimiento de los centros se hizo notar que la educación variaba considerablemente entre naciones,

e incluso entre instituciones del mismo país, lo que daba lugar a que existieran diferencias notables en los programas de estudio en materia de ciencia y tecnología espaciales en cuanto al contenido de los cursos y las formas de presentación^{5,6}.

69. Para garantizar una norma común aceptable de enseñanza, se han elaborado programas de estudio en varias disciplinas relacionadas con aplicaciones espaciales (véase www.unoosa.org/oosa/en/SAP/centres/education-curriculum.html). Actualmente se están elaborando otros programas de estudio. Instituciones académicas distintas de los centros regionales también utilizan los programas de estudio.

70. En el marco de la Iniciativa de las Naciones Unidas sobre tecnología espacial básica, la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre se propone crear un programa de estudios relacionado con la ingeniería espacial. El programa de estudios incluirá un plan de estudios modelo y materiales didácticos propuestos para un curso de posgrado, que abarcará, entre otras disciplinas, ingeniería de sistemas, diseño de misiones, gestión de proyectos, plataforma y subsistemas satelitales, así como cuestiones jurídicas de interés.

71. Un grupo de expertos internacionales, integrado por profesores de ingeniería espacial, ayudará a elaborar el programa de estudios, que debería quedar concluido antes de febrero de 2015. En el sitio www.unoosa.org/oosa/en/SAP/bsti-index.html puede obtenerse un resumen de las deliberaciones acerca del proceso de elaboración del programa de estudios, así como información más pormenorizada.

III. Observaciones y recomendaciones

72. Los participantes en el Simposio de las Naciones Unidas y el Japón sobre nanosatélites:

a) Destacaron la importancia de las misiones de satélites pequeños y su necesidad de acceder a un ancho de banda en el espectro de frecuencias;

b) Tomaron nota de la necesidad de notificar oportunamente a la UIT los proyectos de satélites que estaban previstos para asegurar que se evitaran casos de interferencia perjudicial;

c) Tomaron nota de la resolución 757 (COM6/10) de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones sobre los aspectos reglamentarios de los picosatélites y los nanosatélites; y

d) Recomendaron que la comunidad internacional vinculada a los nanosatélites y picosatélites instaurara un mecanismo por el cual se creara un grupo de trabajo encargado de coordinar sus aportaciones a los estudios que se habrían de preparar en respuesta a la resolución 757 (WRC-12) por conducto de sus respectivas administraciones o mediante su incorporación a la UIT en calidad de miembros de instituciones académicas.

⁵ Hans J. Haubold, "Education curricula of the UN-affiliated regional centres for space science and technology education", *Space Policy*, vol. 19, núm. 1 (2003), págs. 67 a 69.

⁶ Hans J. Haubold, "Education curricula in space science and technology: the approach of the UN-affiliated regional centres", *Space Policy*, vol. 19, núm. 3 (2003), págs. 221 a 223.

73. Los participantes también:

a) Tomaron nota de los debates celebrados en la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos en virtud del tema del programa relativo a la sostenibilidad a largo plazo de las actividades en el espacio ultraterrestre, así como del establecimiento de un grupo de trabajo con arreglo a ese tema del programa;

b) Tomaron nota del establecimiento del grupo de expertos encargado de examinar aspectos concretos de la sostenibilidad a largo plazo de las actividades en el espacio ultraterrestre en el contexto de ese grupo de trabajo;

c) Recomendaron que los participantes en las actividades asociadas a los satélites pequeños entablaran contacto con los representantes de sus Estados Miembros en el grupo de trabajo y los grupos de expertos para que los intereses y aportaciones de la comunidad vinculada a los satélites pequeños se tuvieran debidamente en cuenta.

74. Los participantes recomendaron además que se constituyera un grupo de trabajo con el fin de examinar las obligaciones reglamentarias y jurídicas existentes con respecto a las misiones de satélites pequeños (microsatélites, nanosatélites y picosatélites con una masa seca inferior a 50 kilogramos), como las directrices sobre el registro de objetos espaciales, la coordinación de frecuencias y la reducción de desechos espaciales, y que se facilitara su difusión y se contribuyera adoptando otras medidas apropiadas para asegurar que los miembros de la comunidad vinculada a los satélites pequeños cumplieran esas obligaciones.

75. Por último, los participantes:

a) Confirmaron el programa de trabajo actualizado de la Iniciativa de las Naciones Unidas sobre tecnología espacial básica que figura en los párrafos 59 y 60 del documento A/AC.105/1005; y

b) Hicieron suyo el enfoque y el calendario de trabajo para la elaboración del programa de estudios de ingeniería espacial.

IV. Conclusiones

76. Al presente Simposio sobre satélites de las Naciones Unidas y el Japón, el primero de una serie de simposios que se organizarán en el marco de la Iniciativa de las Naciones Unidas sobre tecnología espacial básica, en las regiones correspondientes a las comisiones económicas para África, América Latina y el Caribe, Asia y el Pacífico, y Asia Occidental, seguirán un simposio organizado en cooperación con el Gobierno de los Emiratos Árabes Unidos, que tendrá lugar en 2013, y otro organizado con el Gobierno de México, previsto para 2014.