



**TERCERA CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA EXPLORACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE CON FINES PACÍFICOS**

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES

Documento de antecedentes N° 10

Lista completa de los documentos de antecedentes:

1. La Tierra y su medio ambiente en el espacio
2. Actividades de predicción, alerta y acción paliativa en casos de desastre
3. Gestión de los recursos terrestres
4. Sistemas de navegación y localización por satélite
5. Las comunicaciones espaciales y sus aplicaciones
6. La ciencia espacial básica y las investigaciones sobre microgravedad y sus beneficios
7. Aspectos comerciales de la exploración del espacio, comprendidos los beneficios secundarios
8. Sistemas de información para investigación y aplicaciones
9. Misiones con pequeños satélites
10. Enseñanza y capacitación en materia de ciencia y tecnología espaciales
11. Beneficios económicos y sociales
12. Fomento de la cooperación internacional

ÍNDICE

	<i>Párrafos</i>	<i>Página</i>
PREFACIO		3
RESUMEN		5
INTRODUCCIÓN	1-6	7
I. FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES	7-9	8
II. PROGRAMAS DE ESTUDIO PARA LA FORMACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES	10-22	9
A. Teleobservación y Sistemas de Información Geográfica	13-14	10
B. Comunicaciones por satélite y tecnología de la información	15	10
C. Aplicaciones de los satélites meteorológicos y cambio climático mundial	16-18	10
D. Ciencia espacial básica y ciencias de la atmósfera	19-20	11
E. Dos ejemplos	21-22	12
III. LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES Y LA COMUNIDAD NO CIENTÍFICA	23-26	12
IV. CENTROS REGIONALES DE FORMACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES (AFILIADOS A LAS NACIONES UNIDAS)	27-37	13
A. Programa de trabajo y planes de estudio modelo	29-32	13
B. Gestión de datos	33	14
C. Estudiantes participantes	34-35	14
D. Junta directiva	36-37	15
V. EVALUACIÓN	38-42	15
<i>Anexo</i> LA FORMACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES EN EL MARCO DE LOS ORGANISMOS ESPACIALES	1-41	17
A. Formación	2-25	17
B. Capacitación y perfeccionamiento	26-37	21
C. Capacitación y transferencia de tecnología en los países en desarrollo	38-41	25

PREFACIO

La Asamblea General, en su resolución 52/56, convino en que la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (UNISPACE III) se celebrara en la Oficina de las Naciones Unidas en Viena del 19 al 30 de julio de 1999 como período extraordinario de sesiones de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, abierto a la participación de todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas.

Los principales objetivos de UNISPACE III serán los siguientes:

- a) Fomentar medios eficaces de utilizar la tecnología espacial para contribuir a solucionar problemas de importancia regional o mundial;
- b) Fortalecer las capacidades de los Estados Miembros, en particular los países en desarrollo, para utilizar las aplicaciones de la investigación espacial con fines de desarrollo económico y cultural.

UNISPACE III también tendrá los siguientes objetivos:

- a) Brindar a los países en desarrollo oportunidades de definir sus necesidades de aplicaciones espaciales para fines de desarrollo;
- b) Examinar formas de acelerar la utilización de aplicaciones espaciales por los Estados Miembros para fomentar el desarrollo sostenible;
- c) Abordar las diversas cuestiones vinculadas con la enseñanza, la capacitación y la asistencia técnica en materia de ciencia y tecnología espaciales;
- d) Proporcionar un foro de suma utilidad para una evaluación crítica de las actividades espaciales y potenciar la sensibilidad entre el público en general en lo referente a los beneficios de la tecnología espacial;
- e) Fortalecer la cooperación internacional en el desarrollo y la utilización de la tecnología espacial y sus aplicaciones.

Como parte de los preparativos de UNISPACE III, la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría ha preparado una serie de documentos de antecedentes que brindan a los Estados Miembros participantes en la Conferencia, así como a las reuniones preparatorias regionales, información sobre la situación más reciente y las tendencias de la utilización de las tecnologías vinculadas con el espacio. Los documentos se han preparado basándose en las aportaciones de organizaciones internacionales, organismos espaciales y expertos de todo el mundo. Se ha publicado una serie de 12 documentos de antecedentes complementarios que deben consultarse en su conjunto.

Los Estados Miembros, las organizaciones internacionales y las industrias espaciales que tengan proyectado asistir a UNISPACE III deberían examinar el contenido del presente documento, en particular al decidir acerca de la composición de su delegación y al formular aportaciones a la labor de la Conferencia.

El presente documento se preparó con la asistencia de equipos de expertos de la Oficina de las Naciones Unidas en Viena, la Organización Meteorológica Mundial, el Centro de Formación en Ciencia y Tecnología Espaciales para Asia y el Pacífico (India), el *Centre national d'études spatiales* (CNES) de Francia, el *Centre royal de télédétection spatiale* de Marruecos, la Agencia Espacial Europea (ESA), el Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (Estados Unidos de América), la Organización de Investigación Espacial de la India (ISRO), la Universidad Internacional del Espacio (ISU), *International Space Services* (Estados Unidos de América), la

Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, del Brasil, la Universidad Obafemi Awolowo (Nigeria), el Observatorio Astronómico de Sudáfrica, y el Observatorio de la Universidad de Londres del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte.

Se reconoce con gratitud la ayuda prestada por el Sr. M.J. Rycroft (Universidad Internacional del Espacio, Estrasburgo, Francia y Universidad de Cambridge, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte) en calidad de editor técnico de los documentos de antecedentes 1 a 10 (A/CONF.184/BP/1 a 10).

RESUMEN

La formación en ciencia y tecnología espaciales puede impartirse en los niveles primario, secundario y superior. En los programas de estudio científicos de los Estados con capacidad espacial se han introducido elementos de ciencia y tecnología espaciales correspondientes a dichos niveles. Tal innovación no se ha efectuado en muchos países en desarrollo, en parte debido a que no se han valorado suficientemente los beneficios de la ciencia y la tecnología espaciales y en parte a que las instalaciones y los recursos para la formación en ciencia y tecnología en las instituciones educativas de dichos países no han alcanzado un buen nivel de desarrollo.

En los países industrializados la formación y la capacitación en ciencia y tecnología espaciales han adquirido un carácter muy interactivo. En esos países, la Internet y otras tecnologías de información han pasado a ser instrumentos útiles para los programas de formación y capacitación de todos los niveles. Podría fomentarse la cooperación internacional en esas esferas para que los países en desarrollo puedan formular sus propios programas educativos.

La incorporación de elementos de ciencia y tecnología espaciales en los programas académicos de estudios científicos de todos los niveles podría cumplir una doble finalidad, tanto para los países industrializados como para los países en desarrollo. Permitiría revitalizar el sistema educativo, introducir con claridad el concepto de alta tecnología y contribuir a crear capacidades nacionales en materia de ciencia y tecnología espaciales en general. Además, todos los países pueden aprovechar las ventajas inherentes a las nuevas tecnologías, que en muchos casos son beneficios derivados de la ciencia y la tecnología espaciales.

Tanto en los países en desarrollo como en los países industrializados la enseñanza de la ciencia plantea dificultades, pero éstas son mayores en los primeros. El problema general que se presenta en la enseñanza de la ciencia es que los alumnos no tienen la posibilidad de observar ni experimentar los fenómenos que en ella se abordan, lo que con frecuencia les impide aprender los principios básicos y captar la relación entre dos o más conceptos y su pertinencia para los problemas de la vida real. A ello se suma la falta de conocimientos matemáticos conexos y de aptitudes relacionadas con estrategias para resolver problemas. Existen, además, dificultades de idioma, que son más graves en algunos países en desarrollo en que la enseñanza de las ciencias suele impartirse en lenguas que no son la materna. Con los años, los países industrializados han superado la mayoría de los obstáculos básicos, con la probable excepción del problema psicológico que plantea a los alumnos su percepción de la ciencia como una asignatura difícil. Sin embargo, en los países en desarrollo subsisten dichos obstáculos, que se ven agravados por el hecho de que hay muy pocos profesores con buena formación académica y profesional.

Los programas de extensión son componentes esenciales de la formación y la capacitación en ciencia y tecnología espaciales. Para transmitir a personas ajenas al ámbito de la ciencia conceptos, ideas, observaciones y resultados prácticos de carácter científico y tecnológico se deben desarrollar y adquirir conocimientos prácticos sobre comunicaciones.

La formación y capacitación en ciencia y tecnología espaciales consiste en programas que forman parte integrante de la misión de muchas organizaciones espaciales, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo. Dichos programas educativos existen en el *Centre national d'études spatiales* (CNES) (Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia), la Agencia Espacial Europea (ESA), la Organización de Investigación Espacial de la India (ISRO), el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil), la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) (Estados Unidos de América) y el Organismo Nacional de Aprovechamiento del Espacio (NASDA) (Japón), entre otras instituciones que se ocupan del espacio. Cada organismo espacial tiene una misión propia, que en general no está a cargo de ninguna otra organización del país interesado. A efectos del presente documento de antecedentes, los programas de formación en ciencia y tecnología espaciales se ilustran por referencia a los elementos educativos de la labor de la NASA.

INTRODUCCIÓN

1. Para todos los países es indispensable contar con un sistema eficaz de enseñanza. Dentro de éste, los programas de capacitación sirven para desarrollar capacidades concretas. Si un país ha de utilizar con eficacia la ciencia y la tecnología espaciales, debe contar con encargados de adoptar las políticas y decisiones y con administradores capaces de evaluar las consecuencias políticas, sociales y económicas de la ciencia y la tecnología, así como con científicos capaces de desarrollarla y adaptarla, ingenieros que diseñen los sistemas de aplicaciones, técnicos que los construyan y manejen y maestros que impartan formación en ciencia y tecnología. Se requerirán diversos programas de formación y capacitación de distintos niveles y con diferentes orientaciones o especializaciones.

2. Es importante distinguir entre formación y capacitación. Los objetivos de la primera son aportar al individuo la comprensión de una materia determinada para que pueda formarse opiniones independientes, fijar prioridades y comprender y analizar la metodología, las técnicas utilizadas y sus aplicaciones. La formación guarda relación con el desarrollo de las capacidades y facultades intelectuales de la persona y, por tanto, con su actitud. La finalidad de la capacitación es enseñar a las personas a realizar tareas concretas basadas en una metodología aceptada y para las cuales existen técnicas conocidas. No siempre se requiere una comprensión del contexto; con frecuencia basta con poder aplicar la técnica correspondiente. Puede no ser necesario conocer a fondo el tema. La capacitación permite a la persona alcanzar el nivel de eficiencia deseado. Ello se logra mediante la instrucción y la práctica.

3. Los requisitos específicos de la formación y la capacitación dependen de la esfera concreta de la ciencia y la tecnología de que se trate. Para los sistemas operacionales de satélites de comunicaciones y meteorología se necesitan ingenieros y técnicos dotados de conocimientos prácticos bien definidos; los sistemas experimentales de teleobservación requieren un enfoque más flexible. En el ámbito de las comunicaciones, con su vasta infraestructura industrial, es posible adoptar tecnología de satélites con más facilidad que en los de la meteorología y la teleobservación, cuya infraestructura es más pequeña. Como suele ocurrir en la esfera de las comunicaciones, los usuarios finales de la tecnología de satélites pueden desconocer la existencia de éstos. Es posible que reciban datos interpretados de satélites meteorológicos, o datos no elaborados de satélites de teleobservación. Así pues, en las comunicaciones, tal vez sea necesario capacitar únicamente a los que realizan actividades relacionadas directamente con el satélite. En el caso de la teleobservación, es preciso capacitar a una gran variedad de personas en los distintos aspectos de la nueva tecnología.

4. Las políticas nacionales de formación y capacitación en ciencia y tecnología espaciales podrían formar parte de una política educativa global. La formación debe considerarse una inversión productiva en los recursos humanos, conducente al desarrollo y al perfeccionamiento de la persona, así como a la satisfacción más plena de las necesidades sociales, al aumento de la eficiencia y al mejoramiento de los servicios públicos. La formación y la capacitación son complementos indispensables de toda inversión en nuevas tecnologías y en la ampliación de los servicios públicos; a su vez, la inversión es uno de los principales factores catalíticos del desarrollo socioeconómico. Los sectores de la sociedad que requieren formación o capacitación comprenden los siguientes:

a) Los encargados de adoptar las decisiones y los planificadores, incluidos los políticos y los altos funcionarios, que deben poseer conocimientos generales sobre ciencia y tecnología espaciales, así como sobre sus aspectos prácticos y de política;

b) El personal directivo de instituciones, organismos y empresas privadas, que debe poseer conocimientos científicos y técnicos suficientes para coordinar las actividades relativas a las aplicaciones concretas de los datos de satélites y para establecer servicios relacionados con la ciencia y la tecnología espaciales;

c) El personal que efectúa labores de reconocimiento por satélite en diversos niveles, que debe recibir instrucciones relativas a la interpretación de las imágenes y los datos digitales para fines de cartografía y vigilancia en disciplinas y entornos diversos;

d) El personal de apoyo técnico, desde los ingenieros hasta los técnicos, que tiene a su cargo la construcción, el funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones y el equipo y necesita manuales que contengan instrucciones para cumplir sus tareas técnicas;

e) Los investigadores, que deben formular enfoques interdisciplinarios en su labor y conocen en profundidad los diversos aspectos de la ciencia y la tecnología espaciales;

f) El personal docente, que se ocupa de formar y capacitar a los diversos grupos laborales y debe conocer a fondo las cuestiones científicas y técnicas y poseer experiencia en materia de tecnología pedagógica y formulación de planes de estudio.

5. Los países industrializados que cuentan con organizaciones e infraestructuras establecidas necesitan impartir capacitación en materia de especialidades concretas, así como formación para continuar desarrollando, perfeccionando o transformando la infraestructura existente. Muchos países en desarrollo se hallan todavía en una etapa de su evolución institucional en que es necesario capacitar en poco tiempo a un número relativamente elevado de funcionarios de diverso grado y categoría en especialidades determinadas. Además, se requiere formación para establecer o modificar infraestructuras profesionales. Se observan marcadas diferencias en el grado de desarrollo socioeconómico e institucional entre las regiones y los países. Ello se refleja en el número de funcionarios que se requiere en las diversas categorías y en los niveles en que se necesita formación y capacitación, así como en el grado en que se depende de los servicios externos de formación o capacitación.

6. En 1997 el *Mars Pathfinder* inició un programa de 10 años de exploración robótica de Marte, en momentos en que cientos de millones de personas siguen en todo el mundo las actividades del *Sojourner* en la superficie. Las osadas caminatas espaciales efectuadas desde la estación *Mir* han vuelto a convertir esta antigua estación espacial en laboratorio activo. La primera caminata en el espacio realizada por un astronauta japonés se efectuó desde el transbordador Columbia. Se prevé que el satélite pesado Ariane 5 comience sus actividades comerciales en 1998 y el lanzamiento continuo de satélites de comunicaciones está posibilitando comunicaciones instantáneas en todas las regiones del planeta. Estos pocos ejemplos de los logros de algunos organismos espaciales de distintas partes del mundo ponen de relieve el carácter singular de su misión, que estimula e inspira el pensamiento humano en el planeta. Es esa misión singular, las personas que la llevan a cabo y los laboratorios, centros de investigación e instalaciones de lanzamiento en que se realiza lo que pueden hacer un aporte particularmente importante a la comunidad educativa.

I. FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES

7. En los Estados con potencia espacial, la formación y la capacitación en ciencia y tecnología espaciales consisten en preparar y capacitar a los científicos e ingenieros del futuro de manera sostenible y estas disciplinas se desarrollan en forma estructurada en los programas escolares desde el nivel primario hasta los niveles superiores. En todos los niveles, la formación se imparte con ayudas audiovisuales de alta calidad (diapositivas, vídeos, CD-ROM, etc.). Las “actividades de enriquecimiento” para los alumnos, como las visitas a planetarios y ferias y conferencias científicas, los motivan para interesarse por la alta tecnología en general y por la ciencia y la tecnología espaciales en particular. Muchas instituciones educativas de los Estados activos en el espacio hacen hincapié actualmente en la importancia de adoptar un enfoque interdisciplinario respecto de la ciencia y la tecnología y la formación socioeconómica. Ese enfoque fomenta la adquisición de una sólida base educativa desde el nivel primario hasta el universitario.

8. En los países en desarrollo, la formación y capacitación en ciencia y tecnología espaciales, cuando existen, suelen ser de alcance limitado. En lo esencial, consisten en desmistificar las nuevas tecnologías introducidas en esas disciplinas y desvirtuar los mitos conexos, así como en enseñar a aplicarlas. Algunos países en desarrollo, como el Brasil, China y la India, son Estados con potencia espacial que han logrado progresos importantes en materia de ciencia y tecnología espaciales, lo que ha revolucionado sus programas de estudios. Otros países en desarrollo participan activamente en las actividades relativas a la ciencia y la tecnología espaciales al aportar cargas útiles y equipos experimentales, efectuar observaciones pertinentes basadas en tierra y analizar e interpretar los datos de satélites.

9. Las nuevas tecnologías inciden directa o indirectamente en los aparatos que utilizan energía solar, las redes de transporte y teléfonos, la educación rural, la atención médica, los nuevos métodos de elaboración de productos y la prestación de servicios en general. La formación y la capacitación en ciencia y tecnología espaciales pueden brindar a muchos países en desarrollo oportunidades de modernizarse y lograr un desarrollo más dinámico. Dichos países pueden aprovechar los beneficios de las nuevas tecnologías relacionadas con el espacio en su proceso de crecimiento y desarrollo económicos.

II. PROGRAMAS DE ESTUDIO PARA LA FORMACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES

10. En todo momento de la historia de la humanidad, los científicos e ingenieros han poseído un acervo de conocimientos, técnicas y métodos prácticos, así como una diversidad de instrumentos, todos los cuales van perfeccionándose con el tiempo. En los últimos 40 años se ha producido un cúmulo de conocimientos y un enorme volumen de bibliografía científica sobre la ciencia y la tecnología espaciales. Para transmitir dichos conocimientos e información a los estudiantes mediante los procesos de formación y capacitación es preciso formular un dinámico programa de estudios en todos los niveles del sistema educativo de los distintos países. Sin embargo, cabe señalar que la naturaleza de la formación (primaria, secundaria y superior) varía considerablemente de un país a otro, así como entre las instituciones de un mismo país. Esta diversidad de condiciones genera diferencias en los programas de estudio relativos a la ciencia y la tecnologías espaciales en términos del contenido de las asignaturas y su modo de presentación.

11. En la enseñanza y la capacitación de nivel superior, especialmente en los estudios de posgrado, con frecuencia se hace hincapié en los nuevos avances de la ciencia y la tecnología espaciales, las aplicaciones de las tecnologías nuevas y la adquisición, el procesamiento, la interpretación y la gestión de los datos. En la formación universitaria es necesario, además, motivar a los estudiantes para que apliquen los conocimientos adquiridos en los proyectos de investigación. Los estudiantes de ese nivel son a menudo de procedencia diversa en cuanto a su formación intelectual y a su grado de preparación para cursar estudios sobre ciencias y tecnología espaciales. Por ello, se requieren medidas de nivelación para eliminar las deficiencias de conocimientos básicos, con miras a que los estudiantes obtengan provecho del curso. Pueden administrarse pruebas de diagnóstico y dictarse conferencias preliminares a fin de precisar las esferas deficientes. Lo que se espera de todos los alumnos es que tengan capacidades cognitivas y lingüísticas, aptitudes de pensamiento reflexivo y nociones básicas de las materias científicas. En los programas de ciencia y tecnología espaciales siempre existe una brecha entre las ideas originales en que se basó la formulación del programa de estudios y su aplicación en la práctica. La magnitud de esa brecha varía de un país a otro, según la disponibilidad de material didáctico necesario para llevar las ideas a la práctica.

12. Los programas de posgrado de formación y capacitación en ciencia y tecnología espaciales incluyen por lo general cuatro disciplinas principales*. Éstas se examinan brevemente a continuación.

* Esta cuestión se trata más detalladamente en el documento *Centres for Space Science and Technology Education: Education Curricula* (A/AC.105/649).

A. Teleobservación y Sistemas de Información Geográfica

13. Los programas sobre aplicaciones de la teleobservación son un componente especialmente importante de la formación en ciencia y tecnología espaciales. En esos programas se hace hincapié en que los datos obtenidos mediante teleobservación proporcionan una visión óptima de la Tierra para muchos estudios en que se requieren observaciones sinópticas o periódicas, como inventarios, prospecciones y evaluaciones en materia de agricultura, recursos forestales, ordenación de pastizales, geología, recursos hídricos y urbanismo. La teleobservación utiliza no sólo el espectro luminoso visible sino también varias otras regiones del espectro electromagnético, como el infrarrojo y las regiones térmica y de microondas. Podrían requerirse diversas técnicas para procesar y analizar esos distintos tipos de datos. Gran parte de ellos están en formato digital y pueden procesarse utilizando técnicos digitales de formación de imágenes y de análisis de datos para mejorar su apariencia visual o extraer la información necesaria.

14. Tales programas abarcan la tecnología de obtención de imágenes, el procesamiento de imágenes digitales, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la reunión y utilización de datos en tierra, la interpretación de imágenes y la planificación y gestión de proyectos. Incluyen asimismo actividades prácticas y brindan a los participantes la oportunidad de adquirir destreza en el empleo de programas informáticos de elaboración de imágenes y de SIG. Por lo común, la primera parte del programa es de base amplia a fin de exponer a los participantes a diversas técnicas, instrumentación y tipos de datos. Se imparte instrucción a fondo sobre los principios físicos pertinentes. En la segunda parte del programa, los participantes estudian las distintas aplicaciones de la teleobservación y se especializan en una aplicación concreta que corresponda a su experiencia o a sus necesidades.

B. Comunicaciones por satélite y tecnología de la información

15. El programa de comunicaciones por satélite y tecnología de la información sirve para desarrollar los conocimientos técnicos de educadores universitarios, investigadores, profesionales de las telecomunicaciones, funcionarios de gobierno y otras personas que trabajen en el ámbito de las comunicaciones por satélite y sus aplicaciones a las transmisiones de radio y televisión, las telecomunicaciones, la atención médica, la enseñanza, la gestión y mitigación de desastres, la determinación de la posición y las operaciones de búsqueda y rescate. Tiene por objeto prestar asistencia en la preparación de proyectos de comunicaciones basadas en satélites, la formulación de políticas, el establecimiento de sistemas de comunicaciones y la integración de los avances de la tecnología de comunicaciones en las actividades cotidianas. Un elemento importante de esos programas son los medios y arbitrios para promover y aumentar la conciencia pública de las ventajas de las tecnologías de comunicaciones basadas en satélites con miras a mejorar la calidad de la vida.

C. Aplicaciones de los satélites meteorológicos y cambio climático mundial

16. El programa de estudio sobre aplicaciones de los satélites meteorológicos pone de relieve el hecho de que, aunque dichos satélites funcionan en el espacio desde hace más de tres decenios, la mayoría de los científicos, profesionales y educadores del mundo aún ignoran que es posible tener acceso a sus observaciones y que éstas pueden aplicarse, en forma directa o junto con otra información, en beneficio de grandes sectores de la población de un país determinado. Además, pueden contribuir a resolver problemas concretos que afecten a dichos grupos, en particular cuando se trata de salvar vidas, proteger los bienes o efectuar una ordenación responsable de los recursos naturales.

17. Los satélites meteorológicos han funcionado en forma casi continua desde el comienzo de la era espacial. Su continuada presencia en el espacio está prácticamente asegurada en los decenios venideros, dada la importancia que la sociedad en general asigna a la observación y predicción de los fenómenos climáticos. Varios Estados han lanzado estos vehículos espaciales con la finalidad concreta de satisfacer las necesidades de los meteorólogos oficiales del gobierno, que se ocupan de elaborar pronósticos meteorológicos para fines civiles y militares. Sin embargo, la

mayoría de los Estados que lanzan satélites meteorológicos los han concebido de tal modo que toda persona que se halle en cualquier lugar de la Tierra dentro del radio de recepción de los satélites, pueda obtener los datos gratuitamente y utilizarlos con cualquier finalidad. Así pues, las observaciones de los satélites, obtenidas en tiempo real y mediante visualización directa, se están utilizando como recurso pedagógico o de capacitación en las escuelas. Esas observaciones pueden emplearse también como instrumento para detectar incendios forestales, apoyar actividades de transporte aéreo, marítimo y terrestre, o de explotación agrícola y pesquera, o para una gran diversidad de otros fines no meteorológicos.

18. La posibilidad de acceso mundial a los datos de satélites meteorológicos, tal como existe hoy en día, fue una iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial (OMM); se concibió para tratar que los conocimientos sobre ciencias y tecnologías espaciales que se adquirieran gracias a la libertad de acceso a las observaciones meteorológicas por satélite fuesen utilizados por un número mucho mayor de personas, organizaciones y Estados, particularmente países en desarrollo. Ello se logra proporcionando a un grupo básico de especialistas de distintos países la especialización y los conocimientos técnicos necesarios para que impulsen y mantengan una gran variedad de programas autóctonos en que se utilice la tecnología para apoyar programas científicos, económicos, educativos y humanitarios destinados a mejorar la calidad de vida de amplios sectores de la población.

D. Ciencia espacial básica y ciencias de la atmósfera

19. Ante la rápida degradación del medio ambiente, se ha hecho indispensable que todos los países del mundo se concentren en lograr una mejor comprensión de la dinámica atmosférica, incluida la interacción de la atmósfera con la masa continental y los océanos. Consciente de la gravedad de la situación, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada del 3 al 14 de junio de 1992 en Río de Janeiro (Brasil), propuso, en el marco de su Programa 21, una serie de medidas para la conservación del medio ambiente. Los países en desarrollo poseen capacidad limitada para emprender actividades de investigación y desarrollo en el ámbito de la ciencia espacial básica y de las ciencias de la atmósfera. Teniendo presente esa limitación, el programa esboza los elementos básicos de dicha esfera que pueden introducirse en los programas de estudios de posgrado.

20. En otro plano, la tecnología espacial ha logrado enormes adelantos y su repercusión se ha sentido en una gran diversidad de sectores, en particular los relativos a los recursos naturales y el medio ambiente, la meteorología y las comunicaciones. Como los vehículos espaciales funcionan en el espacio y reciben y transmiten señales electromagnéticas por el espacio y la atmósfera, el desarrollo de la tecnología espacial, y por consiguiente sus aplicaciones, podrá potenciarse enormemente si se tiene una comprensión más profunda de la ciencia espacial básica y las ciencias de la atmósfera*.

E. Dos ejemplos

21. En las cuatro disciplinas (secciones A a D, *supra*) se debe hacer particular hincapié en los sistemas informáticos de procesamiento de imágenes y análisis de datos. En el documento de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Secretaría titulado “*Centres for space science and technology education-education curricula*” (A/AC.105/649) se sugieren cuestiones pertinentes organizadas en módulos apropiados. El documento se preparó expresamente para los centros regionales de formación en la ciencia y tecnología espaciales (afiliados a las Naciones Unidas); sin embargo, los planes de estudio podrían servir de guía para los programas de posgrado de cualquier país sobre las diversas disciplinas. Una mejora aportada al programa consistió en agregar una nueva sección, relativa a la tecnología de microsátélites.

* En el documento de antecedentes N° 6 de UNISPACE III, relativo a la ciencia espacial básica y las investigaciones sobre microgravedad y sus beneficios (A/CONF.184/BP/6), figura información más detallada al respecto.

22. La experiencia de Sudáfrica¹ ha demostrado la forma en que pueden combinarse la ingeniería de sistemas tradicional y la gestión de proyectos y de tecnología para crear productos de alta tecnología relacionados con el espacio en una institución de enseñanza superior. La incorporación de un programa de tecnología de microsatélites y, eventualmente, de nanosatélites en los planes de estudio sobre ciencia y tecnología relativos a las cuatro disciplinas esbozadas más arriba (A a D) servirá de estímulo a los estudiantes con vocación por la ingeniería para contribuir al diseño de equipo físico relacionado con el espacio. En una era de interconexión de los instrumentos, un programa de esa naturaleza servirá para aclarar algunos aspectos de la instrumentación utilizada para reunir y analizar datos procedentes de las plataformas espaciales.

III. LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES Y LA COMUNIDAD NO CIENTÍFICA

23. En un informe de la *Royal Society* de Londres², se subrayó la importancia de transmitir al público conceptos e ideas científicos y tecnológicos. La comisión señaló que “una mejor comprensión pública de la ciencia podría constituir un elemento importante para promover la prosperidad nacional al mejorar la calidad de las decisiones adoptadas en los planos público y privado y enriquecer la vida de la persona. Son éstos objetivos a largo plazo de importancia nacional para cuyo cumplimiento se requiere un compromiso sostenido. El mejoramiento de la comprensión pública de la ciencia es una inversión en el futuro y no un lujo del que puede disfrutarse únicamente cuando los recursos lo permitan”.

24. Al tiempo que es necesario informar al público sobre los logros científicos en general, existe la necesidad aun mayor de fomentar la sensibilización pública en materia de ciencia y tecnología espaciales. Si bien el público en su mayoría reconoce la importancia de la ciencia para el progreso de la humanidad, los beneficios derivados de la ciencia y la tecnología espaciales no se perciben como tales. Resulta incluso más difícil que el público entienda la relación entre la prosperidad nacional y la importancia de su propia comprensión de dichas disciplinas. El público en general ignora en gran medida la creciente influencia de las actividades espaciales en la tecnología y la ingeniería, las ciencias de la salud y la profesión médica, la enseñanza, y la información y las comunicaciones. Para muchos, las actividades espaciales tienen por objeto únicamente hallar vida inteligente en el espacio ultraterrestre y descubrir la forma en que los sistemas climáticos se desplazan de una región de la Tierra a otra.

25. En consecuencia, es urgente emprender una campaña de sensibilización por medio de los sistemas educativos existentes a fin de aumentar la comprensión pública respecto de las actividades espaciales. Esa campaña debe proporcionar información conducente a la reflexión pública, lo que a su vez mejorará la calidad de las decisiones de los encargados de adoptar las políticas sobre materias científicas en general y sobre la ciencia y la tecnología espaciales en particular. La comprensión pública de los beneficios derivados de las actividades espaciales facilitará la habilitación de fondos públicos y privados para esos fines. Se crearán más empleos y aumentará la prosperidad nacional.

26. Por tanto, la formación y capacitación en ciencia y tecnología espaciales no serán completas sin componentes de extensión en los centros de formación en ciencia y tecnología espaciales que se están estableciendo en distintas regiones del mundo por iniciativa de las Naciones Unidas. La documentación adecuada para todo programa de extensión útil debe consistir en reseñas destinadas al público sobre las actividades espaciales recientes y los beneficios derivados de la ciencia y la tecnología espaciales así como recapitulaciones históricas apoyadas por vídeos y películas de los lanzamientos de vehículos espaciales, con los pormenores de sus éxitos y fracasos, y exposiciones resumidas de la repercusión social de las actividades espaciales. Al presentar de ese modo al público la labor relativa a la ciencia y la tecnología espaciales se corre el riesgo de que ésta aparezca meramente como una actividad social más entre muchas otras dado que se muestra desvinculada de los conocimientos y las bases científicas que le otorgan su preeminencia. Sin embargo, vale la pena correrlo, pues el sector del público que más necesita recibir formación aunque sus miembros ocupen cargos elevados en las instancias de adopción de decisiones- suele carecer de la

formación científica necesaria para valorar la documentación de contenido científico. Los titulares de esos cargos decisorios deben estar familiarizados al menos con los productos finales de la ciencia y la tecnología espaciales.

IV. CENTROS REGIONALES DE FORMACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES (AFILIADOS A LAS NACIONES UNIDAS)

27. Al Tomarse imperativa la necesidad de desarrollar capacidades autóctonas, la Asamblea General, en su resolución 45/72 de 11 de diciembre de 1990, hizo suyas las recomendaciones de su Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS) en el sentido de que las Naciones Unidas encabezaran, con el apoyo resuelto de sus organismos especializados y de otras organizaciones internacionales, una labor internacional destinada a crear centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales en instituciones educativas nacionales y regionales existentes en los países en desarrollo.

28. Los países anfitriones de los centros son la India (para Asia y el Pacífico); el Brasil y México (para América Latina y el Caribe); Marruecos (para los países francófonos de África); y Nigeria (para los países anglófonos de África). Siete países de Europa centrorientada y sudorientada tienen previsto establecer centros análogos que funcionarán con carácter de red. Se proyecta asimismo crear un centro de esa índole en el Asia occidental.

A. Programa de trabajo y planes de estudio modelo

29. Las actividades de cada centro se realizarán en dos fases principales. En la fase 1 se hará hincapié en el perfeccionamiento y la ampliación de los conocimientos y aptitudes técnicas de los educadores universitarios, investigadores y especialistas en aplicaciones científicas, tanto en las ciencias físicas y naturales como en las disciplinas analíticas. Esas actividades se llevarán a cabo durante un período de nueve meses mediante rigurosos ejercicios de teoría, investigación, aplicaciones y prácticas sobre el terreno conforme al plan de estudio del programa educativo de cada centro. En la fase 2 se velará principalmente por que los participantes utilicen en sus proyectos experimentales las aptitudes técnicas y los conocimientos obtenidos en la fase anterior.

30. En el plan de estudio modelo de los centros se incluye un módulo común obligatorio para todos los participantes de tres meses de duración y otro facultativo de seis a siete meses centrado en: i) teleobservación y sistemas de información geográfica; ii) aplicaciones de los satélites meteorológicos; iii) comunicaciones por satélite y sistemas de determinación de la posición geográfica; y iv) ciencias espaciales y de la atmósfera. A continuación, cada participante ejecutará en su país un proyecto de 12 meses en los ámbitos en que resulten de utilidad práctica los conocimientos obtenidos en el centro.

31. Además de brindar a cada estudiante la oportunidad de obtener los indispensables conocimientos, experiencia en investigación y capacidades de aplicación en el ámbito de las ciencias y la tecnología espaciales que haya elegido, el programa de cada centro también requiere que los estudiantes realicen un ejercicio común obligatorio e idéntico para todos como condición para cursar estudios en la especialización seleccionada. El módulo común proporcionará a los estudiantes una visión general de las actividades de observación de la Tierra y su entorno desde el espacio, así como de la utilización de los datos resultantes en el análisis de la atmósfera y la superficie. Además, el programa obligatorio permitirá familiarizar a los participantes con los principios físicos de la teleobservación, las características orbitales de los satélites, los sensores operacionales, las comunicaciones por satélite y basadas en tierra, la repercusión de los satélites para la determinación de la posición a escala mundial en la integración y construcción de bases de datos de teleobservación y de SIG y la demostración de algunas aplicaciones relativas al medio ambiente.

32. Cada centro aspira a ser una institución regional de alto prestigio que, conforme a las necesidades que surjan y la orientación que le dé su junta directiva, llegue a constituir una red especializada e internacionalmente reconocida de núcleos afiliados. Los centros y sus núcleos alcanzarán esa distinción gracias a sus aportes al desarrollo de

tecnologías apropiadas para resolver los problemas de sus respectivas regiones y al adelanto de los conocimientos en una esfera en permanente expansión. Sus planes de estudio modelo son el marco de referencia para fijar los niveles académicos y de rendimiento necesarios con miras a mantener la calidad y el carácter internacionales requeridos para obtener reconocimiento en ese plano. Cada centro fomentará además los programas de educación permanente para sus graduados, así como programas de sensibilización destinados a los encargados de adoptar las políticas y decisiones y al público en general de su región.

B. Gestión de datos

33. Como parte integrante de los centros de enseñanza en materia de ciencia y tecnología espaciales es indispensable contar con una dependencia de gestión de datos. Ello posibilitará la conexión directa de cada centro con los centros de datos pertinentes situados en diversas partes del mundo. Además, permitirá a los estudiantes acceder al contenido de los archivos de diversas bases de datos y aprovecharlo cuanto sea particularmente útil para sus proyectos y actividades.

C. Estudiosos participantes

34. No puede hacerse suficiente hincapié en la importancia de que cada postulante posea una sólida formación académica y experiencia, así como la aptitud necesaria para participar en las distintas actividades del centro. El rendimiento de cada postulante al centro será tanto mejor cuanto más reúna dichas cualidades. A tal fin, todo postulante (educador universitario, investigador o científico especializado en aplicaciones) deberá ser titular como mínimo de una licenciatura de una universidad internacionalmente reconocida en una disciplina relativa a su ámbito y tener por lo menos cinco años de experiencia práctica o laboral pertinente. Los postulantes que posean un doctorado de una universidad o institución reconocida internacionalmente en una determinada especialidad también deberán tener un mínimo de tres años de experiencia práctica o laboral.

35. Otro aspecto igualmente importante que ha de considerarse es el futuro de los estudiosos una vez que hayan regresado a sus países tras terminar sus estudios en los centros. Cabe subrayar que la misión global de los centros es prestar asistencia a los países participantes para desarrollar y profundizar los conocimientos y aptitudes de sus ciudadanos en aspectos pertinentes de la ciencia y la tecnología espaciales a fin de que puedan contribuir con eficacia a los programas nacionales de desarrollo. Para que cuando regresen a su país los estudiosos tengan posibilidades de empleo apropiadas y satisfactorias, los gobiernos o instituciones patrocinadores tienen la obligación de auspiciar actividades orientadas al desarrollo en que se utilicen provechosamente los conocimientos y aptitudes técnicas adquiridos por los estudiosos que regresan, crear la infraestructura necesaria y emprender los preparativos y planes que requiere su carrera a largo plazo. Además, los gobiernos patrocinadores deben garantizar que los estudiosos que vuelven a su país puedan conservar su cargo con remuneración proporcional y progresiva y otras prestaciones durante un período de tres a cinco años como mínimo.

D. Junta directiva

36. Como la resolución 45/72 limita expresamente la función de las Naciones Unidas a la de encabezar los esfuerzos internacionales por establecer los centros, es evidente que una vez que se hayan establecido su junta directiva ha de asumir todas las responsabilidades relativas a la adopción de decisiones y formulación de políticas.

37. En el contexto de los centros, cabe hacer una observación sobre la finalidad de la junta directiva. Ésta ha de ser el órgano central de adopción de decisiones de cada centro y supervisará todos los aspectos de su labor. Estará integrada por representantes de los Estados Miembros (de la región en que esté ubicado el centro) que al ratificar el acuerdo por el que se establece el centro hayan convenido en sus metas y objetivos y se hayan comprometido a colaborar y cooperar para fortalecerlo. Cada centro necesita una junta directiva, constituida del modo indicado, porque los Estados miembros y sus ciudadanos conocen mejor sus necesidades, aspiraciones, capacidades y recursos

propios y se hallan en mejores condiciones de resolver los problemas locales que puedan presentarse. Ninguna instancia del sistema de las Naciones Unidas, ni siquiera las comisiones económicas regionales, está preparada para hacer frente a tal diversidad de cuestiones, en particular en lo que respecta a los centros. Y como éstos son fruto de los esfuerzos de las Naciones Unidas, la organización y las comisiones económicas regionales pertinentes prestarán servicios de asesoramiento tanto a los centros como a sus juntas directivas.

V. EVALUACIÓN

38. La formación en ciencia y tecnología espaciales puede iniciarse en la escuela primaria y continuarse en los niveles secundario y superior. A todos esos niveles es posible introducir temas relacionados con el espacio en los programas de estudios científicos generales. Las asignaturas científicas deben estructurarse de manera horizontal en lugar de vertical, haciendo mayor hincapié en crear una base sólida que en los niveles de especialización alcanzados. Ese enfoque brinda la perspectiva adecuada para introducir los elementos básicos de la ciencia espacial.

39. ¿Qué deben aprender los alumnos sobre la ciencia y la tecnología espaciales en la escuela primaria y cómo ha de presentarse el tema? En respuesta a estas preguntas, se sugieren como algunos de los temas más apropiados las nociones generales de astronomía, basadas en la observación a simple vista, y la demostración de fenómenos como la gravedad. A ese nivel, los alumnos desconocen las teorías correspondientes y por ello los temas deben presentarse en forma narrativa y no como exposición científica formal. El enfoque narrativo de la ciencia y la tecnología espaciales, basado en hechos imaginarios o reales, puede ser un medio muy útil de transmitir los conceptos básicos en esa materia.

40. A nivel secundario, el enfoque para introducir la ciencia y la tecnología espaciales debe tener por objeto lograr que los alumnos desarrollen la capacidad de pensar con criterio científico y explicar los sucesos en términos de fenómenos tanto observables como no visualizables. A ese nivel puede darse significado concreto a las exposiciones narrativas que se hayan hecho en la escuela primaria. En la enseñanza secundaria podrán presentarse asimismo simulaciones de órbitas de satélite en computadoras personales, así como el análisis de datos sencillos procedentes de instrumentos basados en el espacio.

41. En el nivel universitario debe alentarse a los estudiantes a desarrollar la capacidad de reflexión en su enfoque del aprendizaje de la ciencia y la tecnología espaciales. Esa aptitud es la más elevada en la jerarquía de las capacidades intelectuales. Supone que al abordar un problema el estudiante podrá analizarlo, reconocer los datos pertinentes que debe utilizar, recordar todos los conceptos y elementos principales necesarios para resolverlo y, por último, emplear todas esas facultades para encontrar la solución correcta.

42. A nivel de posgrado, la formación y la capacitación deben ser de carácter más formal. Es necesario ampliar los ámbitos actuales de la formación y la capacitación en ciencia y tecnología espaciales -a saber, la teleobservación, la ciencia espacial básica, la meteorología basada en satélites y las comunicaciones por satélite -a fin de abarcar la formación y la capacitación en materia de diseño y fabricación de microsátélites y nanosatélites. El programa ampliado debe incluir asimismo programas de extensión.

Notas

¹ A. Schoon Winker y G. W. Milne, "University research and development of a microsatellite", *Research and Development Management*, vol. 17, N° 1 (1997).

² Royal Society, *Report of Committee on the Public Understanding of Science* (Londres, septiembre de 1985).

Anexo

**LA FORMACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPACIALES EN
EL MARCO DE LOS ORGANISMOS ESPACIALES**

1. Los programas de formación y la capacitación en ciencia y tecnología espaciales son programas que forman parte integrante de los mandatos de muchas organizaciones que se ocupan del espacio, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo. Por ejemplo, existen programas educativos de ese tipo en el CNES, la ESA, el INPE, la ISRO, la NASA y el NASDA. Cada organismo espacial tiene una misión propia, que por lo general no compete a ninguna otra organización del país respectivo. A efectos del presente documento de antecedentes, los programas educativos en materia de ciencia y tecnología espaciales se ilustran haciendo referencia a los elementos pedagógicos de la NASA.

A. Formación

1. Misión, recursos humanos e instalaciones

2. En los Estados Unidos, la misión de la NASA es la siguiente:

a) Profundizar y comunicar los conocimientos científicos relativos a la Tierra, el sistema solar y el universo, así como su comprensión, y utilizar el entorno espacial con fines de investigación;

b) Explorar y utilizar el espacio y hacer posible su explotación para las actividades humanas;

c) Efectuar investigaciones sobre aeronáutica avanzada, el espacio y las tecnologías conexas y profundizar, verificar y transmitir los conocimientos respectivos.

3. Esa misión se cumple mediante cuatro actividades estratégicas (ciencia espacial; ciencias de la Tierra; exploración humana y explotación del espacio y tecnología aeronáutica y de transporte espacial), las cuales contribuyen al logro de cinco prioridades nacionales de los Estados Unidos, una de las cuales es la excelencia en materia de educación. Con esta misión especial se fortalece el orgullo nacional, se demuestran las aplicaciones prácticas de las disciplinas tradicionales de la ciencia, las matemáticas, la ingeniería y la tecnología, y se obtienen nuevos conocimientos de utilidad en el quehacer intelectual.

4. Dicha misión se confía a personas contratadas por los organismos espaciales, las instituciones de enseñanza superior y el sector privado. En su conjunto, este grupo de personas, de gran talento y elevado nivel de educación, representan una inversión en capital humano, y muchas de ellas han contraído el compromiso de proporcionar a su vez a la comunidad académica los conocimientos de los que se han beneficiado a título individual. Además, los organismos espaciales requieren instalaciones especiales para cumplir su misión. Ese singular patrimonio nacional, así como su misión, sus recursos humanos y sus instalaciones, es el medio a través del cual sectores de la comunidad académica pueden adquirir y aplicar en forma práctica los conocimientos derivados del cometido particular de los organismos espaciales.

5. ¿Cuál es la relación entre este patrimonio singular y los sectores de la enseñanza? En el plan estratégico de la NASA para 1998, relativo a la excelencia educativa, afirma: "Procuramos recabar la participación de la comunidad académica en nuestros esfuerzos destinados a inspirar a los estudiantes estadounidenses, crear oportunidades de aprendizaje y cultivar la curiosidad intelectual". El concepto primordial que orienta e impulsa el programa educativo

* Véase la directriz de política 1000.1 de la NASA, pág. 9.

de la NASA es el de “participación”. La forma en que la NASA promueve la participación de los sectores de la enseñanza en su misión depende del nivel educativo, así como de sus necesidades y capacidades.

2. Participación del sector de la enseñanza primaria y secundaria (desde el nivel preescolar hasta el 12° grado)

6. El sector de la enseñanza primaria y secundaria de los Estados Unidos es vasto y diverso. En este sector están matriculados aproximadamente 51,7 millones de estudiantes, a los que imparten enseñanza unos 3,1 millones de profesores en 14.772 distritos escolares de los 50 estados y el Distrito de Columbia (Washington D.C.). Para ello se cuenta con fondos por un total de 287,5 millones de dólares, más del 93% de los cuales son aportes del estado o la municipalidad correspondiente. En lo esencial, el control de la enseñanza en los Estados Unidos está en manos de los estados y las municipalidades respectivas y no del Gobierno federal.

7. Dada esta diversidad, el programa educativo de la NASA para los niveles primario y secundario procura llevar su misión a la práctica a fin de satisfacer las necesidades educativas de los 50 estados. Además, teniendo en cuenta su misión, en esos niveles la NASA se centra principalmente en apoyar las disciplinas matemáticas, científicas y tecnológicas. Por tanto, los programas se orientan según las normas y los marcos de los planes de estudio de cada estado.

8. El programa educativo de la NASA (K-12) emana de sus 10 centros sobre el terreno, a cada uno de los cuales se asignan determinados estados a fin de se abarcar los 50 Estados y el Distrito de Columbia. Al aplicar los conocimientos derivados del cometido de la NASA con miras a cumplir el programa de enseñanza en todo el país, la NASA obtiene la participación de los integrantes de su programa educativo K-12 mediante cinco enfoques de ejecución: a) programas de apoyo a los estudiantes; b) para los docentes, programas de preparación (previa al servicio) y perfeccionamiento (en el servicio); c) apoyo y difusión de los planes de estudio; d) tecnología pedagógica; y e) apoyo a la transformación del sistema educativo en un determinado estado o localidad.

9. Durante el ejercicio económico 1997 participaron en los programas educativos preuniversitarios de la NASA más de un millón de estudiantes y 100.000 profesores de los 50 estados y el Distrito de Columbia. A continuación figura una reseña -que dista de ser exhaustiva -de algunas actividades educativas en el marco del programa K-12 de la NASA.

10. *Apoyo a los estudiantes.* Respondiendo a la necesidad nacional de fomentar una mayor participación de los grupos insuficientemente representados en ocupaciones relacionadas con las ciencias, las matemáticas y la ingeniería, la NASA presta apoyo anualmente a unos 500 estudiantes secundarios (de los grados 10° y 11°) o para que participen en programas de aprendizaje sobre investigación de ocho semanas de duración entre junio y agosto de cada año en uno de sus centros sobre el terreno o universidad. Cada aprendiz trabaja junto a un científico o ingeniero y le presta asistencia en su investigación, con lo que obtiene valiosa experiencia técnica. Los resultados de la evaluación indican que los estudiantes que participan en el programa se matriculan en estudios universitarios en especialidades científicas y de ingeniería en un porcentaje considerablemente mayor que la población estudiantil en general.

11. Otro aspecto del programa K-12 está destinado a los estudiantes de sexto a octavo grado. Este programa tiene por objeto dar acceso a los alumnos y profesores a instrumentación, datos y observaciones de la Tierra de propiedad exclusiva de la NASA. Al utilizar una cámara fotográfica electrónica fija a bordo del transbordador espacial, los estudiantes se valen de la Internet para enviar las coordenadas de una imagen al centro de operaciones del programa. Tras revisarlas y verificarlas, esas coordenadas se envían al centro de control de la misión, que transmite la orden al transbordador espacial en órbita. A bordo, una computadora ordena a la cámara fija electrónica montada en su interior que capte la imagen, la cual se envía al centro de control de la misión y se devuelve al estudiante a través de la Internet. El profesor incorpora esas observaciones de la Tierra en los planes de estudios científicos y matemáticos.

12. *Apoyo y difusión de los planes de estudio.* Como se señaló anteriormente, las comunidades locales y los estados determinan lo que se enseña a los estudiantes. Por tanto, la NASA procura comprender en sentido amplio los temas o normas comunes de los planes de estudio y encarga a expertos en educación externos que elaboren materiales programáticos sobre ciencias biológicas, física, ciencias del sistema terrestre, astronomía y planetología, y matemáticas. Esos materiales se derivan de las misiones realizadas en las cuatro esferas de actividad de la NASA. Los materiales elaborados se presentan en formato impreso, en CD-ROM, por medio de la Internet o en vídeo. Todos los materiales didácticos de la NASA se distribuyen por conducto de un centro de recursos educativos (ubicado en cada estado, generalmente en una universidad, un museo u otra institución educativa análoga) o a través del sitio informático educativo de la NASA en la Internet.

13. *Perfeccionamiento de los docentes.* La documentación de apoyo elaborada por la NASA constituye el contenido didáctico de la mayoría de los cursos de perfeccionamiento de docentes organizados por dicha Administración. Esos cursos prácticos, dirigidos por ex profesores de ciencias, matemáticas y asignaturas tecnológicas contratados anteriormente por la NASA, se imparten a los docentes en sus establecimientos escolares durante el año académico y, en el verano, en los centros de la NASA sobre el terreno. Por ejemplo, el Curso Práctico de Educación de la NASA es un programa que se ejecuta en régimen de cooperación con la Asociación Nacional de Profesores de Ciencias, el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas y la Asociación Internacional de Educadores en materia de Tecnología Espacial. El programa, que se ha anunciado a nivel nacional, es altamente competitivo y proporciona a los 250 profesores de matemáticas, ciencia y asignaturas tecnológicas que participan en el programa K-12 experiencia práctica en el servicio durante dos semanas en un centro de la NASA. Los docentes reciben información técnica sobre las misiones y proyectos, realizan visitas destinadas a conocer a fondo las instalaciones de investigación y desarrollo y las dependencias operacionales y participan en sesiones de capacitación técnica sobre los mecanismos de acceso a los materiales didácticos electrónicos y las fuentes de información de la NASA. Durante los cursos prácticos se dedica un tiempo considerable a la aplicación de esas experiencias según las necesidades del plan de estudios de cada profesor.

14. *Tecnología de la enseñanza.* Tal vez el mayor adelanto del programa educativo de la NASA se ha logrado en el plano de la comprensión y utilización de la tecnología educativa en el proceso de aprendizaje. En una universidad se ha establecido un centro de investigación y desarrollo de tecnología educativa, para elaborar los más avanzados materiales didácticos electrónicos actualizados y programas de enseñanza basados en la *World Wide Web*, así como para capacitar a los docentes en su utilización. Los centros de la NASA, muchas veces en colaboración con organizaciones de televisión pública de los Estados Unidos, han elaborado programas de aprendizaje a distancia destinados a los maestros a nivel estatal, regional y nacional.

15. *Apoyo a la transformación sistémica.* En momentos en que los Estados Unidos continúan reformando la enseñanza de las ciencias, las matemáticas y la tecnología en las escuelas que aplican el programa K-12, la NASA hace hincapié en coordinar todos sus recursos en un estado determinado para ayudar a cumplir el programa de reforma de la enseñanza de dicho Estado. En el marco de esta labor, que se efectúa en gran medida concertando diversas asociaciones, la NASA procura celebrar reuniones de sus principales investigadores, docentes previamente capacitados y contratistas comerciales con las autoridades del sistema educativo del estado en cuestión para determinar la mejor forma de utilizar los recursos en su territorio.

3. Programa GLOBE

16. Los organismos espaciales de todo el mundo tienen la oportunidad de participar conjuntamente en un programa que integra muchos de los enfoques descritos más arriba. GLOBE (Programa de Estudios y Observaciones Mundiales en Beneficio del Medio Ambiente) es un programa internacional de ciencia y formación sobre el medio ambiente basado en la participación práctica y ejecutado en las escuelas (afiliadas al programa K-12). Estudiantes de unas 5.000 escuelas estadounidenses y de otros países -más de 60 en total- efectúan mediciones ambientales importantes para elaborar un conjunto mundial de datos de larga duración. Las mediciones del programa GLOBE

-seleccionadas por científicos de todo el mundo- comprenden las esferas de estudio del medio ambiente relacionadas con el clima, en el ámbito de las ciencias de la atmósfera, y con la hidrología, los suelos y la cubierta vegetal, en el ámbito de la biología. Los estudiantes comunican sus datos utilizando computadoras instaladas en el aula así como *World Wide Web* y la Internet. Los datos se archivan y además se convierten en mapas de plano acotado de gran nitidez que se devuelven a las escuelas participantes en el programa GLOBE para su utilización en clase.

17. Los alumnos de las escuelas de todo el mundo que participan en el programa GLOBE cumplen tareas de auténtica utilidad práctica. Los datos que reúnen sirven a los científicos en sus investigaciones reales destinadas a comprender la dinámica ambiental de la Tierra. Los propios alumnos también los aplican para estudiar su respectivo entorno local y realizar proyectos de investigación con otras escuelas del mundo, valiéndose del correo electrónico como instrumento de comunicación. Esa colaboración permite lograr una mayor sensibilización con respecto al medio ambiente, profundizar el conocimiento científico de la Tierra y potenciar el adelanto de los alumnos en las asignaturas matemáticas y científicas. Al mismo tiempo, se brinda a los estudiantes de todo el planeta la oportunidad de mantener un intercambio enriquecedor y lograr así una visión de otras culturas.

4. Participación del sector de la enseñanza superior

18. En los Estados Unidos, el sistema de enseñanza superior tiene una matrícula de 14,4 millones de estudiantes y un cuerpo docente integrado por alrededor de 900.000 profesores. Recibe financiación anual por un monto aproximado de 192.000 millones de dólares, aportados en cerca del 88% por fuentes ajenas al Gobierno federal.

19. Desde su creación, en 1958, la NASA ha contado con la participación del sector de la enseñanza superior como recurso intelectual importante para la aplicación de su estrategia y el cumplimiento de sus misiones. En el ejercicio económico 1996, la NASA financió 4.860 becas y contratos de investigación en 417 instituciones de enseñanza superior, por una cuantía aproximada de 749 millones de dólares. Las investigaciones efectuadas en las universidades versan sobre temas que van desde la astronomía y la física hasta la ingeniería aeronáutica y la ciencia de los materiales, las ciencias biológicas y médicas, las ciencias de la atmósfera y la oceanografía.

20. Aunque son, con mucho, las de mayor amplitud, las actividades de investigación y desarrollo realizadas en las instituciones de enseñanza superior no constituyen sino uno de los cuatro enfoques de ejecución que se aplican para obtener la participación de la comunidad académica superior en la misión de la NASA. Los demás enfoques son el apoyo a los estudiantes, el perfeccionamiento de los docentes y el apoyo a los planes de estudio.

21. En el ejercicio económico 1997, los programas de enseñanza superior de la NASA comprendieron a más de 50.000 estudiantes universitarios y de posgrado y 36.000 docentes de institutos universitarios de primer ciclo y universidades de los 50 estados y el Distrito de Columbia. A continuación se esbozan, aunque no en forma exhaustiva, algunos de los programas de enseñanza superior de la NASA.

22. *Apoyo a los estudiantes.* Todos los años la NASA presta apoyo a unos 400 estudiantes de posgrado que desean obtener una licenciatura o un doctorado en una disciplina de interés para dicha Administración. Mediante ese programa de ámbito nacional y carácter competitivo, se otorga a los estudiantes seleccionados y sus profesores una beca de 22.000 dólares para realizar investigaciones sobre un tema de interés para el organismo espacial. Los estudiantes reciben apoyo durante un período de tres años y efectúan la investigación en colaboración con un investigador principal de la NASA.

23. *Apoyo a los planes de estudio.* En ocasiones, para realizar una nueva misión de la NASA, se requiere un tipo distinto de profesional capacitado específicamente para ella. Al aprobarse el programa de la Misión al Planeta Tierra, los científicos de esa misión advirtieron que en el futuro habría que contar con un nuevo tipo de graduado universitario, capaz de orientar su labor hacia la comprensión global de la Tierra como sistema interrelacionado y de los efectos de los cambios naturales e inducidos por la actividad humana en el medio ambiente mundial. Para

atender esa necesidad se elaboró el programa de enseñanza científica sobre sistemas de la Tierra, destinado a prestar apoyo financiero a las universidades para que modificaran sus planes de estudio para estudiantes no graduados a fin de apoyar el desarrollo de las ciencias de los sistemas de la Tierra. En la actualidad participan en el programa unas 30 universidades.

24. *Perfeccionamiento de los docentes.* En un esfuerzo por dar a conocer a los nuevos docentes y a otras personas las necesidades de investigación de la NASA y mejorar su comprensión al respecto, se seleccionan anualmente a nivel nacional unos 300 académicos de instituciones de enseñanza superior y universidades para que realicen investigaciones en un centro de la NASA durante un período prorrogable por un año. Alrededor del 90% de esa beca de 10 semanas de duración se dedica a la investigación y el 10% restante a actividades de perfeccionamiento. Cerca del 40% de los participantes en el programa de becas recibe luego financiación ordinaria del presupuesto de la NASA para investigación y desarrollo.

25. *Investigación y desarrollo.* Como se señaló anteriormente, los esfuerzos de la NASA por incorporar en su labor al sector de la enseñanza superior se efectúan mediante subsidios y contratos personales para actividades de investigación y desarrollo. Sin embargo, existen algunos programas concretos para prestar asistencia al fortalecimiento de la infraestructura y las capacidades de investigación. Por ejemplo, con arreglo a uno de ellos, el Programa experimental de la NASA para estimular la investigación competitiva, se otorga, sobre la base de un proceso de selección competitiva, una beca de 5 millones de dólares a un Estado para que desarrolle sus capacidades de investigación en una esfera de interés para la NASA. Los estados que pueden aspirar a recibirla son los que tradicionalmente no han logrado obtener un volumen importante de financiación federal para fines de investigación y desarrollo. En la actualidad la NASA proporciona financiación a 10 de ellos.

B. Capacitación y perfeccionamiento

1. Antecedentes

26. Para comprender mejor el enfoque de la capacitación y el perfeccionamiento aplicado por la NASA se requiere alguna información de antecedentes. La NASA asigna gran importancia a sus recursos humanos y otorga prioridad especial a la contratación, el perfeccionamiento y al mantenimiento de una fuerza de trabajo muy competente y diversificada. Es determinante para la NASA en el cumplimiento de su misión contar con personal eficiente y muy especializado. Actualmente, como consecuencia de las restricciones presupuestarias se ha reducido la capacidad de la NASA de contratar nuevos empleados, tendencia que, al parecer, continuará. Ello significa, en lo esencial, que el cumplimiento de la misión de la NASA dependerá en gran medida del aporte y los esfuerzos de la fuerza de trabajo actual. Por ello, es indispensable impartirle la preparación y el perfeccionamiento necesarios para satisfacer las necesidades de hoy y de mañana.

27. Además, es importante comprender cuáles son las dependencias orgánicas encargadas de la capacitación y el perfeccionamiento en la NASA. Conforme a su política, cada centro de la NASA cuenta con una oficina de capacitación y perfeccionamiento a la que compete la responsabilidad principal de atender las necesidades de los empleados y organizaciones de ese centro en dicha esfera. Cada centro dispone de un presupuesto destinado expresamente a la capacitación. Dado que los centros tienen funciones, responsabilidades y misiones claramente definidas, incluida su designación como centros de excelencia, sus necesidades de capacitación son diversas. Por ejemplo, el Centro de Investigación Ames (ARC) apoya el Proyecto de Ciencias Espaciales sobre Astrobiología y es un centro de excelencia en materia de tecnología de la información. El ARC ha establecido la combinación adecuada de especialistas que requiere para cumplir esos cometidos por lo que sus actividades de capacitación y perfeccionamiento se orientan a atender las necesidades de su fuerza de trabajo. El Centro Espacial Stennis, centro de excelencia dedicado al ensayo de sistemas de propulsión por reacción, requiere una combinación de especialidades del todo diversa, por lo que sus prioridades en materia de capacitación y perfeccionamiento son diferentes.

28. Se realizan actividades de capacitación y perfeccionamiento a nivel de toda la NASA que se superponen a las de cada centro y las apoyan. Dicho respaldo se presta en dos esferas principales: la capacitación de personal ejecutivo y directivo y la capacitación en materia de gestión de programas y proyectos. En los programas patrocinados por la NASA se reúne a participantes de todas sus dependencias para darles a conocer los enfoques comunes y las experiencias de los participantes de otros centros.

2. Enfoque estratégico de la capacitación y el perfeccionamiento

29. Como se señaló anteriormente, la NASA aplica un procedimiento para determinar la combinación presente y prevista de especialidades requerida en la fuerza de trabajo de cada una de sus instalaciones para lograr los resultados deseados. A tal fin, en algunos casos se reubica al personal o se contrata a un mínimo de especialistas externos. Por lo general, se recurre a las actividades de capacitación y perfeccionamiento para satisfacer las necesidades de especialización de la fuerza de trabajo.

30. Es importante lograr que las necesidades y prioridades en cuanto a capacitación y perfeccionamiento se ajusten a los planes, metas y objetivos globales de la NASA. La finalidad principal de sus actividades en dichas esferas es proporcionar a los empleados y las organizaciones capacidades necesarias para cumplir las misiones de la NASA. Para ello es necesario crear una fuerza de trabajo altamente calificada y apta. El conjunto de especialidades que se requiere en la NASA es amplio y diverso, pues supone conjugar capacidades científicas, profesionales, técnicas y de gestión. Por ejemplo, el Proyecto de aeronáutica y transporte espacial tiene tres objetivos tecnológicos principales, apoyados por otros 10 objetivos tecnológicos auxiliares. Entre las numerosas aptitudes técnicas necesarias que han de apoyarse figuran las relativas al diseño de aeroestructuras, los sistemas de aviación, la dinámica de vuelo y la propulsión aérea. Se prevé que en el cumplimiento de los objetivos a largo plazo se logren adelantos tecnológicos revolucionarios en el transporte subsónico y la seguridad de la aviación. Es imperativo que las decisiones de la NASA en materia de inversión se adopten teniendo en cuenta la necesidad de proporcionar los medios de capacitación y perfeccionamiento para preparar debidamente al personal con miras a cumplir esos objetivos. De hecho, en la NASA la mera pericia técnica es claramente insuficiente. Para cumplir sus ambiciosos objetivos futuros la NASA debe apoyar y desarrollar especializaciones técnicas de avanzada.

31. Además, de ser posible, la NASA utiliza, un enfoque de la gestión y el perfeccionamiento de los recursos humanos basado en la competencia. Ésta se define como la capacidad de exhibir, en los ámbitos de interés, facultades o características que se consideran indispensables o críticas para el éxito en el trabajo. Por ejemplo, el personal ejecutivo superior de la NASA debe ser competente para encabezar iniciativas innovadoras, dirigir a otras personas, lograr resultados, aplicar agudeza empresarial y concertar alianzas. A modo de ejemplo suplementario, un gerente de grandes y complejos proyectos debe demostrar competencia para participar en la concertación de alianzas internacionales, contribuir al diseño de sistemas de ingeniería y presentar información a los dirigentes políticos y a los interesados externos. La determinación de la competencia en el trabajo debe basarse en un programa coherente de investigación y validación. Tras el proceso de validación, la NASA aplica instrumentos de evaluación e información sobre la competencia a sus programas de capacitación a fin de evaluar el grado de competencia de los participantes.

3. Cuatro pilares

32. El enfoque estratégico de la capacitación y el perfeccionamiento que aplica la NASA se ha centrado en cuatro componentes o pilares, en los que se apoyan las necesidades de los empleados y de la organización. Los dos primeros componentes se centran en la capacidad. Ésta se basa en el supuesto de que se han desarrollado y preparado adecuadamente las especializaciones (o destrezas) necesarias para su aplicación a la labor concreta. Más de la mitad de la fuerza laboral de la NASA está integrada por ingenieros y científicos. Orgánicamente, la NASA se estructura en torno a programas y proyectos. Por ello, como es de suponer, hasta la fecha se ha hecho hincapié principalmente en definir y desarrollar las capacidades y competencias técnicas, en particular las de los gerentes de programas y

proyectos. Las actividades realizadas en este sentido se conocen como Iniciativa de Gestión de Programas y Proyectos (PPMI). El programa PPMI de la NASA consta de un plan de estudio para cursos básicos y de especialización, un programa de perfeccionamiento profesional, instrumentos y recursos para la gestión de proyectos y apoyo de consultoría para los equipos de proyecto estable. El PPMI se creó para reactivar la concentración de la NASA en las competencias en materia de gestión de proyectos. El plan de estudios del PPMI incluye unos 25 cursos diferentes. Otros esfuerzos se han orientado a la elaboración de mapas de promoción de las perspectivas de carrera para los funcionarios aspirantes a ser futuros gerentes de proyecto y demás personal interesado, en los que se esbozan las experiencias de capacitación y perfeccionamiento recomendadas, tanto de carácter estructurado como no estructurado, que son ventajosas en términos de maduración y superación. Esta iniciativa se denomina Proceso de perfeccionamiento de la gestión de proyectos (PMDP). En el marco del PMDP se definen las experiencias de trabajo y capacitación para el desarrollo de conocimientos especializados y aptitudes en materia de gestión de proyectos. El PMDP constituye un instrumento y una guía para la planificación del adelanto profesional, y de las oportunidades de carrera a fin de preparar a los interesados para tareas futuras.

33. El perfeccionamiento del personal ejecutivo y administrativo superior es otra prioridad clave para el fortalecimiento de los conocimientos especializados y la competencia. Esos conocimientos y aptitudes se han investigado y validado en lo que respecta a los directores de categoría superior e intermedia y los jefes de equipo. Por ejemplo, la competencia de los gerentes de nivel intermedio comprenden el establecimiento de planes y prioridades, la supervisión de la marcha de los trabajos y la solución de conflictos al interior de las dependencias laborales, por citar sólo algunas. Los programas de capacitación y las actividades de perfeccionamiento de la NASA SE han elaborado con el fin de crear oportunidades de aprendizaje que permitan mejorar los conocimientos especializados y la competencia en dichos ámbitos. Para cumplir satisfactoriamente las misiones no basta con centrarse en las capacidades por sí solas (especialización y competencia). El tercer componente necesario de la iniciativa de capacitación y perfeccionamiento de la NASA es la capacitación para prestar apoyo a las misiones. Ello consiste en impartir capacitación en esferas y asignaturas especializadas que inciden en el cumplimiento satisfactorio de la misión. Puede tratarse de temas como la seguridad, la ordenación del medio ambiente, la vigilancia o alguna clase de capacitación exigida por la legislación. Por ejemplo, todo ingeniero de ensayo de motores, además de tener especialización y competencia en técnicas y procedimientos de ensayo de sistemas de propulsión, necesita comprender y aplicar otros conocimientos, aptitudes y capacidades que pueden incluir, por ejemplo, procedimientos y prácticas de seguridad y procedimientos de control ambiental. El componente de apoyo a la misión proporciona a los empleados de la NASA otras importantes experiencias de capacitación y perfeccionamiento necesarias para cumplir debidamente y con fluidez y seguridad su función básica, sin menoscabar por ello la eficiencia y eficacia.

34. Por último, y tal vez igualmente importante, el cuarto componente principal de las actividades de capacitación y perfeccionamiento es el adelanto profesional. Ello guarda relación con las necesidades personales de superación y evolución. Toda persona, aunque posea la especialización, la competencia y los conocimientos necesarios para cumplir sus actuales responsabilidades, tiene la expectativa de superarse y aprender y se esfuerza por resolver nuevos problemas y alcanzar nuevas metas. Dado que la NASA asigna gran valor al perfeccionamiento de la persona y el adelanto profesional, brinda a sus empleados una amplia gama de posibilidades de desarrollar al máximo sus potencialidades y los prepara para asumir nuevas y variadas responsabilidades.

4. Experiencias de capacitación y perfeccionamiento

35. Las metodologías tanto estructuradas como no estructuradas de capacitación y perfeccionamiento se consideran componentes indispensables de todo programa eficaz de adelanto profesional del personal. La capacitación en el trabajo mediante la adquisición de experiencia práctica es el enfoque principal del perfeccionamiento del personal. Ello puede comprender la experiencia práctica adquirida en la NASA como en otros ámbitos, así como asignaciones rotativas en el propio centro de trabajo del funcionario o en otro centro, en la sede, en otro organismo federal o en una entidad del todo ajena al Gobierno. La capacitación estructurada y las experiencias educativas sirven para complementar la experiencia de trabajo. Se aprende mucho asimismo en el marco

de simposios y conferencias técnicas. Los empleados de la NASA pueden acogerse a programas de asistencia a los estudios universitarios no graduados y de posgrado. Se alienta a cada empleado a que elabore un plan personal de perfeccionamiento en coordinación con su supervisor o jefe a fin de estructurar, proyectar y supervisar sus necesidades individuales de adelanto profesional. El plan también ha de estar en consonancia con las necesidades de la organización. Se alienta enérgicamente recurrir a mentores, aunque esta es por lo general una opción facultativa. El valioso asesoramiento de un profesional superior experimentado puede mejorar considerablemente la planificación del perfeccionamiento del personal.

5. Tecnología y automatización

36. Los avances en materia de tecnología y automatización han dado origen a nuevos sistemas de apoyo que amplían considerablemente los recursos de que dispone el personal para cumplir sus funciones. En lo esencial, se están creando nuevas redes de aprendizaje para apoyar el rendimiento en el trabajo. Estas redes aportan instrumentos, mecanismos auxiliares, metodologías optimizadas y otros recursos electrónicos, además de capacitación inmediata tan pronto se requiera. Los materiales se entregan al funcionario en su terminal de trabajo y están disponibles en línea de ser necesario. Por ejemplo, un ingeniero encargado del control de calidad que esté formulando requisitos de calibración para el diseño de naves espaciales podrá tener acceso a los documentos de la NASA sobre su política de calibración, así como léxicos, recursos, referencias y conexiones mediante la *World Wide Web* con otras organizaciones como, en el presente ejemplo, el Instituto Nacional de Normas y Tecnología, depositario de las normas de referencia nacionales.

37. Otras técnicas que se emplean en la NASA incluyen la utilización de soportes lógicos para grupos y conferencias por computadora. Los soportes lógicos para grupos son una tecnología informatizada con que se apoya la interacción de grupos y equipos en forma simultánea y en distintos lugares mediante un mecanismo de interconexión de las terminales de trabajo. Las conferencias por computadora se utilizan para establecer aulas de capacitación electrónicas que permiten la comunicación en tiempo real entre el instructor y el estudiante. Se está extendiendo con rapidez la utilización del aprendizaje a distancia y otras técnicas opcionales de instrucción, así como la utilización de instrumentos y recursos automatizados.

C. Capacitación y transferencia de tecnología en los países en desarrollo

38. La capacitación sobre los conceptos y técnicas de la teleobservación, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), el procesamiento de imágenes y el análisis de datos geoespaciales debe ser una parte indispensable de la labor actual de transferencia de tecnología a los países en desarrollo. Para adoptar decisiones eficaces sobre las cuestiones ambientales se requieren conocimientos y experiencia con respecto a esas tecnologías. Sin embargo, su aplicación eficaz exige asimismo que los técnicos y analistas de datos espaciales comprendan el contexto de la labor y colaboren con personas que estén familiarizadas con las disciplinas ambientales y los conceptos del análisis de datos geoespaciales. De lo contrario, los programas y sistemas informáticos pasarán a ser meros instrumentos de visualización de los datos geoespaciales con una función de análisis escasa o nula.

39. Desde 1987, el Centro de Datos del Sistema de Observación de los Recursos Terrestres (EROS) del Servicio de Prospección Geológica de los Estados Unidos (USGS) al impartir capacitación sobre teleobservación, SIG y procesamiento de imágenes en muchas regiones de África, ha aplicado el criterio esbozado anteriormente. La mayoría de los proyectos del Centro de Datos USGS/EROS en África comprenden algún aspecto de capacitación, ya sea en materia de equipo físico, programas informáticos e instalación y mantenimiento de redes, o sobre conceptos y técnicas de análisis. La capacitación se ha impartido en forma de cursos breves (de dos a tres semanas) y de larga duración (más de un año) celebrados en los países, instrucción estructurada y no estructurada y cursos prácticos en el Centro de Datos EROS, así como mediante la coordinación de la capacitación estructurada impartida en diversas instituciones de enseñanza superior de los Estados Unidos.

40. En años recientes el USGS ha prestado capacitación como parte importante de dos grandes proyectos de cooperación apoyados por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a saber: Enfoques sostenibles para la ordenación viable del medio ambiente, en Madagascar; y el Centro Regional de Formación y Aplicación en Agrometeorología e Hidrología Operacional (AGRHYMET), en el Níger. Gracias a esos esfuerzos, instituciones como la Asociación Nacional para la Ordenación de las Zonas Protegidas y el Instituto Nacional de Geografía e Hidrografía de Madagascar, así como el Centro AGRHYMET del Níger, han visto fortalecidas su capacidad de integrar datos de fuentes múltiples y efectuar análisis geoespaciales multisectoriales.

41. Además, el USGS imparte capacitación para ayudar a científicos y especialistas en información de otros países a introducir datos e información nacionales en la Internet. El Centro de Datos EROS presentó recientemente el Curso práctico del Centro de Coordinación de la Red Interamericana de Datos Geoespaciales (IGDN) a un grupo de científicos y administradores de bases de datos que representaban a organismos gubernamentales e instituciones académicas que suministran y utilizan datos geoespaciales para la región del Caribe y América del Norte, América del Sur y Centroamérica. El objetivo principal del Curso práctico fue capacitar a los participantes en la utilización de instrumentos relacionados con la Internet y normas de metadatos compatibles con las de la Comisión Federal de Datos Geográficos de los Estados Unidos a fin de capacitarlos para establecer nódulos de la IGDN en sus países de origen. Con el proyecto de la IGDN se promueve el aprovechamiento de las posibilidades de acceso electrónico a información sobre la existencia y disponibilidad de datos geoespaciales que brinda la Internet en todo el hemisferio occidental. Se trata de un proyecto cooperativo de la USAID y el USGS que recibe apoyo del Instituto Panamericano de Geografía e Historia.