

# CAPÍTULO XI

## PROGRAMA ESPACIAL COLOMBIANO\*

---

*Carlos Enrique Álvarez Calderón*  
*CR. Carlos Giovanni Corredor Gutiérrez*  
*CR. Robert Santiago Quiroga Cruz*  
*CR. (RA) Álvaro Molano Valbuena*

---

*La Tierra es la cuna de la humanidad, pero nadie puede vivir en la cuna por siempre*  
*Konstantin E. Tsiolovsky*

\* Este capítulo hace parte del Proyecto de Investigación de la Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales, *Desafíos y Nuevos Escenarios de la Seguridad Multidimensional en el Contexto Nacional, Regional y Hemisférico en el Decenio 2015-2025*, el cual hace parte del Grupo de Investigación Centro de Gravedad de la Escuela Superior de Guerra General Rafael Reyes Prieto, reconocido y categorizado en (A1) por COLCIENCIAS, con el código COL0104976.



## 1. Introducción

Las potencias espaciales podrían dividirse en tres categorías: las superpotencias originales (Rusia y Estados Unidos), un grupo más grande de poderes espaciales de rango medio, y los nuevos participantes. Las superpotencias espaciales lanzaron por primera vez satélites en 1957 y 1958; el grupo de rango medio las siguió en las décadas de 1960 a 1980; y los nuevos participantes a partir de la década de 1990. Hasta el día de hoy, Rusia y Estados Unidos siguen siendo las superpotencias dominantes, tomando en cuenta que Estados Unidos tiene el presupuesto espacial más grande que todos los demás Estados combinados, y Rusia lanza más satélites al año que cualquier otro actor espacial. Por su parte, las potencias de rango medio como China, Japón, India, Israel y Corea del Sur, han logrado convertirse en programas espaciales significativos y maduros, mientras que los logros espaciales de Francia formaron la base del programa espacial europeo.

A pesar de las diferencias de escala y presupuesto, los programas espaciales de los nuevos participantes han tenido muchas similitudes en su desarrollo; comenzaron con pequeños pasos, utilizando cohetes primitivos de combustible sólido y/o colocando pequeños satélites en órbitas terrestres, hasta perseguir un camino de la indigenización para el desarrollo de sus propias capacidades espaciales (aprender a tomar prestada tecnología del extranjero y reconstruirla en casa); en efecto, programas espaciales como los de Brasil, México, Argentina, Perú, Chile, Bolivia y Venezuela, entre otros, son claros ejemplos de cómo las actividades espaciales pueden servir de herramienta para el desarrollo nacional, en campos como las comunicaciones, la observación de la Tierra y la protección al medio ambiente.

En contraste, la estrategia de aprovechamiento de los recursos espaciales por parte de Colombia habría estado marcada por la falta de una hoja de ruta clara, resultando en una multiplicidad de esfuerzos desarticulados, con sus respectivas ineficiencias asociadas.

Esta situación ha relegado a Colombia con respecto al resto de la comunidad espacial internacional, no solo dentro del ámbito global sino regional, si se toma en consideración que Estados de la vecindad, aun contando con menores recursos y mayores dificultades, cuentan con programas espaciales que generan retornos y beneficios sociales, tecnológicos, industriales y económicos asociados a las tecnologías espaciales.

En la actualidad, Colombia enfrenta grandes y diferentes retos que implican, además de la necesidad de fortalecer su seguridad y defensa, la de incursionar en campos tales como la búsqueda de energías limpias y asequibles, proteger al medio ambiente de la degradación, fortalecer la educación en materia de tecnología, información y comunicación (TIC), incrementar su competitividad económica, optimizar la infraestructura de comunicaciones y transporte, y promover relaciones internacionales mutuamente beneficiosas; y, en todos ellos, el uso y el aprovechamiento del espacio ultraterrestre juega un papel fundamental. En tal virtud, la formulación, ejecución y consolidación de una estrategia espacial en Colombia imprimiría un impulso importante en pro del desarrollo y la prosperidad nacional.

La economía colombiana ocupa a nivel mundial, la posición 39 en el listado de países por tamaño de su Producto Interno Bruto (PIB), siendo superada a nivel latinoamericano solo por Brasil, México y Argentina, que ocupan las posiciones 9, 15 y 24, respectivamente (The World Bank, 2019a). Sin embargo, Estados como Pakistán (posición 40 en el mismo listado), Rumania (posición 47), Perú (posición 50), Nueva Zelanda (posición 52), Argelia (posición 54), Ucrania (posición 58) y Luxemburgo (posición 72), ubicados por debajo Colombia, cuentan con una agencia espacial registrada ante las Naciones Unidas (United Nations Office for Outer Space Affairs -UNOOSA-, s.f.).

De otra parte, en el documento Perspectivas económicas mundiales: mayores tensiones, escasas inversiones, de junio de 2019, el Banco Mundial estima que la economía nacional crecerá un 3,5% en 2019, cifra superior al 3,3% inicialmente previsto, equivalente además a casi un punto adicional del crecimiento de la economía mundial, estimado en 2,6%, y casi el doble del crecimiento previsto para la región del 1,7%. El crecimiento de la economía de Colombia en 2019 solo es superado por Bolivia (4,0%) y Perú (3,8%), y estaría por encima del previsto para Brasil (1,5%), México (1,7%) y Argentina (que caería un 1,2%), e igualaría al de Chile (3,5%). Así mismo, para 2020 y 2021, se estima que el PIB de Colombia podría crecer un 3,7% durante ambos periodos (The World Bank, 2019b).

Frente a una mejora de la economía y los indicadores sociales asociados, resulta lógico pensar que, en el siglo XXI, el espacio exterior puede ser para Colombia un

escenario de oportunidades geopolíticas, económicas y estratégicas, que alentará a su vez al gobierno, empresas, inversionistas, la comunidad científica y la sociedad en general, a buscar fronteras más allá del conocimiento y los recursos convencionales, donde la ventaja competitiva, el desarrollo tecnológico, la comprensión científica, el crecimiento económico, el prestigio global y el fortalecimiento de su seguridad y su soberanía, pueden ayudar a la construcción de un Estado moderno.

El espacio exterior podría convertirse también en una de las puntas de lanza de la transformación productiva de la economía nacional. La dependencia en *commodities*, tanto agrícolas como mineros, supone un gran riesgo debido a las constantes fluctuaciones en el mercado global, como fue el caso de la crisis del petróleo ocurrida en 2014 (Depersio, 2019). Así, las materias primas que se venden a precios bajos en el mercado internacional, se transforman, multiplicando su valor en beneficio de grandes conglomerados económicos de otros países; para el caso del sector espacial, se estima que por cada dólar invertido en la exploración espacial, éste se traduce en un beneficio económico de 10 dólares, en lo cual las empresas nacionales pueden tener una participación clave (Amadeo, 2019), como parte de un círculo virtuoso en términos del PIB (ventas, empleo, gasto de los hogares, impuestos y reinversión de retornos).

En este sentido, es necesario plantear una aproximación diferente a la utilizada hasta ahora, con el fin de aprovechar los beneficios asociados a la participación nacional en las actividades espaciales. Ésta requiere llevarse a cabo en forma metódica y efectiva, de tal suerte que no represente otra iniciativa perdida, en un momento en el que muchos Estados miran al espacio como fuente de oportunidades reales para atender las necesidades actuales y futuras de sus ciudadanos. Tal y como ha quedado claro en los capítulos anteriores de esta obra, tener acceso en la actualidad al espacio ultraterrestre, se ha convertido en el equivalente a tener acceso al mar. Colombia no puede permitirse carecer de acceso al espacio exterior, porque es y será la mayor fuente de tecnología y desarrollo; como indica Kaku (2018), acceder al espacio permitirá que la sociedad humana prospere más allá de la Tierra, comenzando con un futuro cercano interplanetario, para luego expandirse a todo el Universo, e incluso más allá.

## 2. El espacio como una oportunidad

Los datos y servicios espaciales se han convertido en una condición indispensable de la vida diaria de las personas; permiten introducir constantes ofertas de valor derivadas de las tecnologías espaciales. En este sentido, el ecosistema espacial internacional cambia rápidamente, dando vida a nuevos actores con proyectos, retos y

ambiciones propias, quienes convierten cada vez más el espacio exterior en un escenario de interacción comercial con mayor participación del sector privado. Así, y como consecuencia directa, se generan cambios tecnológicos mayores y disrupciones en los modelos industriales y de negocios del sector, reduciendo el costo de acceso y uso del espacio exterior; permitiendo, por ejemplo, la explotación de los recursos naturales existentes en el espacio exterior, que son escasos o casi inexistentes en la Tierra.

Teniendo en cuenta las oportunidades que provee el espacio exterior y la inminente necesidad del ser humano de acceder a él para explorarlo y explotarlo, Colombia tiene entre otras, la opción de lograr beneficios dada su posición ecuatorial, que ofrece ventajas para desarrollar capacidades de lanzamiento, ya sea de manera autónoma o dentro de un proceso de cooperación espacial internacional con aliados, entidades u organizaciones con intereses en lograr esta capacidad. En este sentido, el campo espacial permite un medio ambiente perfecto para la participación de la industria aeroespacial colombiana en la ejecución de proyectos de gran envergadura como: el diseño, construcción y puesta en órbita de diferentes tipos de sistemas satelitales; procesamiento y almacenamiento de datos espaciales; generación de aplicaciones, productos y servicios relacionados con las tecnologías espaciales; investigación y desarrollo de tecnologías y soluciones aplicadas; programas académicos especializados y, la ejecución de programas asociados a la cooperación espacial internacional. Todos estos proyectos permitirían en diferente medida, la gestión de canales de acceso y transferencia tecnológica, fomentando la creación de un sector productivo nacional, una nueva área de conocimiento y la inmersión del país en el concepto de desarrollo social y económico basado en las tecnologías provenientes o derivadas del espacio exterior.

### 3. Conciencia, conocimiento y desarrollo nacional a través del espacio

Existe una estrecha relación entre la actividad espacial y la educación, sea ésta de nivel primario, secundario o terciario. Según indica Monastersky (2009), en un estudio realizado por la revista *Nature*, más del 80% de los científicos encuestados consideró que las ciencias de la vida, las ciencias físicas, la ingeniería y la fisiología humana, se beneficiaron en cierta medida del vuelo espacial humano, y casi el 90% dijo que todavía inspira a las generaciones más jóvenes a estudiar ciencias.

La naturaleza altamente técnica del sector espacial requiere de una comunidad de expertos y técnicos altamente calificados dentro del país. Esto significa que la educación terciaria del país debe responder a esta necesidad, ofreciendo oportunidades a

nivel nacional. Desafortunadamente, Colombia no cuenta con suficientes programas de nivel terciario relevantes para el desarrollo espacial en la actualidad. Por ello, es necesario apoyar las iniciativas que ya están en curso por parte de la academia, en cuanto al intercambio de programas y estancias; esto permitiría enviar estudiantes colombianos a las mejores universidades y aprender de primera mano con los líderes del sector. Por supuesto, para que esto tenga éxito, se requiere que exista a su regreso una oferta laboral que se corresponda con las aspiraciones de estos profesionales, o de otro modo, terminarán por renunciar y pasarán a la estadística de los talentos fugados del país.

Una importante reflexión de esta situación es que el gran reto de la iniciativa académica no está en la tecnología, en la ciencia o en el recurso humano. El factor más crítico es la toma de decisión de los administradores de los recursos públicos, siendo necesario que se considere la inversión en tecnologías espaciales como fundamental para el desarrollo social, económico y transversal a todos los sectores productivos de la sociedad y del país; creando un ambiente productivo centrado en el estímulo del uso de tecnologías espaciales, en el cual los profesionales nacionales tendrían un espacio propicio para aplicar sus conocimientos en beneficio de la nación.

En este mismo sentido y, enfocadas en el desarrollo nacional sustentado por las tecnologías espaciales, las aplicaciones de telecomunicaciones y observación son una oportunidad vital para el cierre de las enormes brechas sociales existentes, así como para incrementar la productividad de las empresas en la nueva economía digital. Un análisis de correlación realizado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), entre la velocidad de conexión a Internet, la cual es una medida de la calidad del servicio y el PIB per cápita, concluyó que si Colombia crece su velocidad promedio de conexión a Internet (o velocidad de descarga) en 1 Mbps, su PIB per cápita podría aumentar hasta en 1,6%. Si se triplica la velocidad del país, el PIB per cápita podría aumentar hasta en 18,4%, alcanzando niveles de países como México y Brasil (DNP, 2018).

Por su parte, la observación desde el espacio contribuye, entre otros aspectos, a monitorear el riesgo relacionado con los fenómenos naturales, como en el caso de la tragedia de Mocoa ocurrida en 2017. Así mismo, las imágenes satelitales permiten analizar fenómenos tales como la erosión en las laderas y el comportamiento de la vegetación en ellas, causas frecuentes de deslizamientos y represamiento de ríos. Para el caso de Mocoa, tragedia que pudo haberse evitado, tan solo los costos materiales de recuperación de las viviendas se estiman en US\$24 millones, sin contar las cerca de 300 víctimas mortales, cuya pérdida es irreparable (Carriazo, 2018). Es induda-

ble el aporte que el uso y la explotación del espacio pueden ofrecer a la economía colombiana. Además de las mencionadas, existen nuevas y mejores oportunidades financieras y sociales relacionadas con tecnologías espaciales tales como la movilidad, el Internet de las cosas, la conectividad, la prevención de desastres y el control efectivo del territorio, conforme el país asuma una actitud decidida frente al aprovechamiento del recurso espacial.

## 4. Elementos para la competitividad de un programa espacial en Colombia

La principal fortaleza del sector espacial radica en la transferencia de conocimiento teórico al uso práctico, que es relativamente ágil y sistemática, por lo cual, contar con una política espacial estructurada y coherente resulta pertinente para el desarrollo y el progreso del Estado. No se trata entonces de imitar a los países más avanzados en esta materia, mas sí considerarlos como referentes. En este caso, la hoja de ruta espacial que Colombia implemente debe estar acorde con la realidad socioeconómica del país e incluir aspectos como el conocimiento, control, uso, exploración y explotación de los recursos en el espacio. Si bien los desafíos de competitividad de cara al uso del espacio pueden ser complejos, se considera que sean un esfuerzo articulado, ya que los avances aislados de diferentes actores han demostrado tener poco impacto y baja generación de resultados.

El reto de construir y desarrollar un programa espacial estratégico y efectivo, consiste en definir y fortalecer sus componentes. Bajo esa premisa, el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos, National Research Council (2009), a través del Comité para el Razonamiento y el Establecimiento de Metas del Espacio, estableció cuatro elementos críticos para tal propósito, sin los cuales la voluntad de las agencias gubernamentales, la academia y las empresas de cualquier país, carecerían de robustez, realismo y sostenibilidad en su desarrollo; éstos son: 1) estrategias nacionales coordinadas, 2) talento humano competente, 3) infraestructura organizada y de tamaño efectivo, y 4) inversión prioritaria en tecnología e innovación. La delimitación de estos factores generales y su identificación en el plano nacional facilitará la adopción de medidas tendientes a fortalecerlos, y con ello, la consolidación de un programa espacial colombiano que sirva a las necesidades e intereses del país.

## 4.1 Estrategias nacionales coordinadas

Este elemento se refiere a la implementación de la política espacial nacional de manera coherente, en la que todas las agencias (civiles y militares), con el apoyo de universidades, centros de investigación y empresas, trabajan coordinadamente para hacer frente a las necesidades y prioridades nacionales, alineando sus esfuerzos hacia los intereses comunes en el espacio, en beneficio de la seguridad, desarrollo y progreso nacional. Un conjunto coordinado y sostenible de estrategias debería garantizar que las responsabilidades se ajustan de manera realista a los recursos disponibles.

En el caso colombiano, solo hasta 2006 se proyectó articular estos esfuerzos a través de la Comisión Colombiana del Espacio (CCE). A este órgano de consulta se encomendó la tarea de coordinar, planificar y liderar la implementación de políticas nacionales para el desarrollo y aplicación de tecnologías espaciales, lo mismo que la generación de planes y programas del sector.

La CCE comenzó con 15 miembros y hoy está conformada por 47: 13 ministerios, cuatro departamentos administrativos, junto con otras 21 entidades gubernamentales y nueve universidades, en calidad de consultores técnicos. En 2007, presentó un documento denominado Lineamientos de la política espacial, que designó siete áreas técnicas en los que sendos grupos de trabajo deberían empezar a actuar: telecomunicaciones, navegación satelital, observación de la Tierra, astronáutica, astronomía y medicina aeroespacial, gestión del conocimiento y de la investigación, gestión política y de la investigación y, asuntos legales e infraestructura colombiana de datos.

No obstante, a pesar del interés del gobierno y el propósito estratégico de la comisión, los avances coordinados no han sido significativos y se deben hacer cambios estructurales para fortalecer su gestión. La primera observación, da cuenta de la naturaleza armonizadora y consultiva de la CCE, sin que su organización la defina como un ente rector o regulador de la actividad espacial. Incluso, modificaciones en sus funciones como las establecidas en el Decreto 724 de 2016 pueden "significar un debilitamiento en el apoyo político para la CCE y, con ello, en el desarrollo de temas aeroespaciales en Colombia" (Correa, 2017).

Otra crítica apunta a que la política espacial no es clara, pues la CCE carece de un documento de referencia con suficiente peso político y administrativo, que impide su trascendencia en todo el ciclo de la política pública (Becerra, 2014). En este sentido, los documentos que produce la CCE no persiguen un fin común y se limitan a reportes de los grupos de trabajo, cuya importancia radica en el interés particular de la entidad

que los lidera; el último de estos reportes data de 2015 y no se observan avances significativos.

La tercera reflexión es acerca de la necesidad de asignación de un presupuesto autónomo para el desarrollo de actividades espaciales, puesto que no existe actualmente alguno para tal fin. Las cifras destinadas a la investigación y exploración del espacio resultan de la revisión que se hace de las entidades que conforman la CCE y, en ese sentido, se hace acopio de temas como convocatorias para proyectos académicos, fortalecimiento de capacidades en telecomunicaciones, o formación de capital humano.

Ante lo expuesto, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad, teniendo como referencia el concepto de economía espacial de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), buscó ofrecer una solución que, aunque no es completa, tiene como fin implementar una Política Nacional para Desarrollar el Sector Espacial, como parte del Pacto Transversal VII: Pacto por la Transformación Digital de Colombia: gobierno, empresas y hogares conectados con la era del conocimiento. Así, por primera vez un gobierno nacional consideró el sector espacial dentro del plan de desarrollo del país, como parte integral del crecimiento económico, la competitividad y motor de la ciencia, la tecnología y la innovación. De esta manera, dentro del marco de la Política Nacional de Desarrollo Productivo, el CONPES 3866 de 2016, asignó a la Comisión Colombiana del Espacio:

La tarea de diseñar una política nacional para el desarrollo de este sector que incluyera como mínimo: revisar y plantear una estrategia de fortalecimiento del marco de gobernanza actual, proponiendo medidas para su articulación con las políticas de productividad y competitividad del país, definiendo roles entre las entidades públicas y articulando los intereses del sector público, privado y academia; establecer una hoja de ruta para la identificación de potencialidades del país, basada en evidencia, que permita definir líneas estratégicas sobre las cuales el país podría orientar esfuerzos tanto públicos como privados y, definir soluciones para reducir barreras y fallas de mercado que habiliten el emprendimiento y la inversión en el sector espacial, así como la adopción de estas tecnologías en todos los sectores de gobierno y en el sector productivo (DNP, 2019, pp. 655-656).

En tal virtud, y según lo considera el Plan Nacional de Desarrollo, el sector espacial es un importante tema pendiente para el país, convirtiéndose en un aspecto de gestión a evaluar tanto para el gobierno nacional, como la CCE o cualquier otra entidad que lo promueva. En este sentido, las actividades espaciales deben estar enfocadas y

articuladas en un esfuerzo común que permita alcanzar los intereses nacionales, y de la misma forma, involucre a la sociedad a ser partícipe y protagonista de los avances que Colombia logre en esta estrategia espacial coordinada.

## 4.2 Talento humano competente

Quizás el reto más grande de los países con incipientes programas espaciales es la consolidación de una masa crítica de estudiantes, investigadores y profesionales que laboren en actividades relacionadas con el espacio, tanto en el ámbito civil, como militar. Una premisa definitiva establece que, en la industria aeroespacial, las agencias civiles y militares y la industria privada, son codependientes de la misma fuerza laboral altamente calificada. Éste ha sido el caso de empresas aeroespaciales tales como *Scaled Composites*, *SpaceX* y *Virgin Galactic*, que han hecho acopio de pilotos, ingenieros, técnicos y profesionales en diversas disciplinas, quienes han aportado su conocimiento para el logro de hitos históricos en la carrera espacial comercial.

En el escenario nacional, existen dos barreras a superar. La primera, relacionada con la oferta de conocimiento especializado, identificando programas académicos disponibles relacionados con la temática aeroespacial, que se encuentran principalmente enfocados en lo estrictamente aeronáutico, registrando un limitado conocimiento de lo espacial. El segundo aspecto, es la casi nula existencia de proyectos productivos espaciales, articulados ya sea por el Estado, la academia o la empresa privada, sin los cuales, no es posible identificar y posicionar el espacio exterior como un generador y motor de actividad económica y, por ende, el capital humano educado en temas relacionados con el espacio, emigra del país o simplemente concentra sus esfuerzos y conocimientos en otras áreas laborales transversales.

Históricamente, en Colombia los avances tangibles en las ciencias espaciales han sido protagonizados por la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) y la academia, que mantienen un permanente interés por el espacio exterior, siendo inciertos los esfuerzos que puedan realizar otras entidades estatales y la empresa privada para el desarrollo del talento humano en esta área del conocimiento. Con la creación del Departamento de Asuntos Espaciales de la FAC, esta institución destinó personal especializado en temáticas espaciales a fin de diseñar, conducir y coordinar proyectos enfocados en desarrollar capacidades espaciales propias. Gracias a la activa participación de este personal, se han logrado importantes hitos en proyectos llevados a cabo en coordinación con la academia, como es el caso del lanzamiento de globos sonda, avances en cohetaría, desarrollo de vehículos autónomos y finalmente, contar con un nanosatélite propio,

incluyendo la integración de una estación terrena para su control y seguimiento. De la misma forma, y dando continuidad a la estrategia de formación de capital humano, esta institución desarrolla un proceso de capacitación continuo que busca ampliar sus habilidades en áreas de ingenierías, gobernanza y administración de recursos espaciales y, proyecta contar con un nutrido grupo de profesionales con conocimientos espaciales al servicio de la institución, sector defensa y del país.

Un aspecto a considerar dentro de la formación del capital humano, es la migración de talentos o fuga de cerebros, siendo un fenómeno que afecta a los países en vías de desarrollo (Angulo, 2016). En Colombia, la evolución del perfil migratorio muestra que los países de destino más importantes son Estados Unidos, España, Canadá y Ecuador (Ramírez y Mendoza, 2013). Como sucede en las diferentes áreas del STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés), muchos de los profesionales y académicos en ciencias espaciales no encuentran en el país una estructura organizativa que respalde su investigación y deciden emigrar hacia países o instituciones internacionales con más recursos.

Así, ingentes esfuerzos adelantan las universidades colombianas para la formación de profesionales e investigadores en ciencias aeronáuticas y aeroespaciales, quienes constituyen el elemento más valioso para un programa espacial coherente. Estudios en tecnologías, pregrados, especializaciones y maestrías, progresivamente enriquecen la oferta educativa colombiana, al tiempo que universidades, principalmente de Bogotá, Cali y Medellín, se fortalecen como los centros educativos más avanzados en temáticas aeroespaciales en el contexto nacional. Por otro lado, universidades consideradas referentes mundiales como Purdue (Estados Unidos), Georgia Tech (Estados Unidos), Nanterre (Francia) y Lipköping (Suecia) entre otras, han puesto su mirada en la formación investigativa del recurso humano en Colombia, a través de acuerdos colaborativos, movilidad académica, estancias estudiantiles y redes de excelencia. Esta última iniciativa apunta a una participación de las universidades nacionales y extranjeras en proyectos de aplicación real, con el liderazgo formal e intensivo del sector privado y del gobierno colombiano para fortalecer la asociación del modelo triple hélice (universidad-empresa-Estado).

La decisión de un país de involucrarse en actividades espaciales hace parte de un círculo virtuoso de interés social y económico. Davenport (2018), menciona que con la ola de empresas privadas incursionando en el espacio, las aplicaciones para programas en ingeniería aeroespacial en solo una universidad de Estados Unidos han aumentado en un cincuenta por ciento. De esta manera, Colombia y el mundo experi-

mentan una interesante etapa de florecimiento del interés por la exploración espacial, donde el desafío por construir un programa nacional espacial puede ser una excelente oportunidad para contar con una fuerza laboral sólida en esta materia.

## 4.3 Infraestructura organizada y de tamaño efectivo

Los logros del programa espacial de un cualquier Estado dependen del grado de desarrollo de su infraestructura, compuesta por instalaciones, organizaciones y centros de investigación, bien sean de propiedad del gobierno, la industria, la academia u otras instituciones del sector privado. Ante la imperiosa necesidad de alcanzar metas tangibles en el corto plazo, el inventario de esta infraestructura debe relacionar facilidades de índole académica e investigativa, como las universidades con sus laboratorios en áreas especializadas de electrónica, ingeniería de software, telecomunicaciones, robótica, Internet de las cosas, simulaciones virtuales y otros campos relacionados con la exploración espacial, tales como la presurización, propulsión, química, e incluso fisiología de vuelo, entre otras. Así mismo, pueden hacer parte del inventario las instalaciones propias de las empresas y corporaciones privadas colombianas, cuyas aplicaciones aeronáuticas guardan estrecha relación con las espaciales. También es importante incluir todas aquellas áreas destinadas para el lanzamiento, operación y control de misiones que superen o puedan superar la atmósfera, dando así cumplimiento al primer imperativo astropolítico propuesto en esta obra.

Desde el punto de vista académico, la infraestructura espacial aviva en las nuevas generaciones el interés por explorar campos fascinantes como la astronomía y la astrofísica, al tiempo que facilita la comprensión de diversos conceptos que en principio pudieran parecer complejos. Desde esta perspectiva, hacen parte de tal infraestructura los museos, bibliotecas, observatorios, planetarios y aulas de clase que promuevan el conocimiento de las ciencias del espacio. Caso distintivo en Colombia es el Observatorio Astronómico Nacional de Colombia (OAN), el primero construido en América bajo la iniciativa del naturalista español José Celestino Mutis, y que en la actualidad es utilizado para labores de investigación, docencia y extensión, bajo la dirección la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. La decisión de fomentar la investigación en las generaciones futuras proviene de los académicos de hoy y no se condiciona al grado de desarrollo del país en materia tecnológica.

A nivel educativo y de investigación en educación superior, es loable la inversión que instituciones privadas y públicas realizan en temas aeroespaciales, a fin de contar

con un grado de alistamiento cercano al de sus pares internacionales. Tal es el caso de la Universidad Sergio Arboleda, gestora del lanzamiento del primer satélite colombiano. Otras iniciativas similares han resultado en la Universidad de Los Andes con el Proyecto Uniandino Aeroespacial, que busca el diseño de cohetes capaces de poner un objeto en órbita baja, el lanzamiento de globos sonda que transporten nanosatélites a través del proyecto Kratos de la Universidad EAFIT, y otros propósitos académicos en las universidades del Valle, Nacional, de Antioquia, San Buenaventura, Pontificia Bolivariana y Los Libertadores, que evidencian el enorme potencial existente y aporte de la academia colombiana a las ciencias espaciales.

En cuanto a la industria colombiana, en los últimos diez años se ha expandido el enfoque aeronáutico y con él, la infraestructura corporativa existente, para dar cabida a posibles negocios en temáticas espaciales, lo cual constituye un panorama prometedor para la activación del sector. La Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC), empresa aeroespacial de economía mixta más grande del país, ha venido estrechando desde 2015 sus relaciones comerciales con la multinacional europea *Airbus*, específicamente a través de la división operativa *Airbus Defense and Space*. Gracias a los acuerdos establecidos, así como a la obtención de las certificaciones internacionales AS/EN 9100 y AS/EN 9110, la oferta en temas de fabricación y mantenimiento de aeronaves, equipos, partes aeronáuticas y drones se ha diversificado, contemplando la posible producción de componentes para satélites y la provisión de servicios aeroespaciales, cuyo potencial resulta interesante para el desarrollo económico del mercado.

Por otro lado, algunas empresas privadas del ámbito aeronáutico que se agrupan en agremiaciones especializadas o clústeres, han cambiado su denominación a corporaciones aeroespaciales como parte del proceso de sofisticación de suministro de productos y servicios, lo cual cambia favorablemente la visión de sus negocios, como es el caso del Clúster Aeroespacial Colombiano (CAESCOL) y la Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales (ACOPAER).

Cabe resaltar el sustancial aporte que la FAC ha brindado para la consolidación de una infraestructura fundamental dentro del sector. En este sentido, las instalaciones de las Bases Aéreas de Marandúa (Vichada) y el Aeródromo de Velásquez (Boyacá) han servido de bases de lanzamiento para cohetes y globos sonda con propósitos de investigación espacial. Así mismo, con el fortalecimiento de las instalaciones y el moderno equipamiento disponible en el Centro de Investigaciones en Tecnologías Aeroespaciales (CITAE) en Cali-Valle, el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD) en Rionegro-Antioquia, y el Centro Tecnológico de Innovación

Aeronáutica (CETIA) en Madrid-Cundinamarca, se han logrado avances significativos en temas de ingeniería y tecnología. En cuanto a otras disciplinas, la FAC ha incursionado en temas de la fisiología y psicología aeroespacial, promoviendo ecosistemas científicos alrededor del desarrollo de trajes espaciales o el estudio del comportamiento humano en misiones de este tipo.

Finalmente, y como parte de la infraestructura espacial nacional, la FAC proyectó y desarrolló el Programa Facsat, que actualmente cuenta con su primer nanosatélite en órbita, el Facsat-1, de una serie de satélites que buscan fomentar tanto el acceso a las tecnologías satelitales, como el desarrollo de capacidades país alrededor del tema espacial. Por medio de esta capacidad, la institución militar colocó al servicio de la sociedad, un activo espacial de observación de la Tierra que orbita el planeta bajo el control de un grupo de profesionales desde una estación terrena en la Escuela Militar de Aviación, constituyéndose en un proyecto integrador que plantea múltiples oportunidades y se visualiza como punto de partida para la consolidación de la infraestructura espacial colombiana y la generación de conocimiento.

## 4.4 Inversión prioritaria en tecnología e innovación

Para la consolidación de un programa espacial, es indispensable cimentar un marco de fomento y apoyo a la tecnología y a las ciencias avanzadas, a fin de propiciar y estimular la investigación, reducir la brecha tecnológica con otros países y mejorar la competitividad del sector productivo. Las inversiones en actividades espaciales pueden impactar y contribuir al estado del arte en sectores relacionados con conectividad a Internet, catastro, medio ambiente, reforestación y fuentes hídricas, entre otros. Por esta razón, es imperativo que la financiación de las actividades espaciales no recaiga exclusivamente en agencias estatales, pues las presiones presupuestarias y prioridades institucionales pueden ser un obstáculo mayor para el avance en este campo.

Por lo general, las actividades espaciales son financiadas en un alto porcentaje con recursos públicos, tanto para actores públicos como privados (Weeden, 2017). En efecto, esto se debe a que la incertidumbre asociada con las altas inversiones y los largos tiempos de retorno, causan que exista un alto riesgo que solo puede ser mitigado con el apoyo estatal. En este sentido, el Reino Unido estima que los retornos de la inversión en proyectos aeroespaciales se obtienen a partir del año doce; por esta razón, el desarrollo del sector en este país se ha dado mediante una fuerte y continua intervención estatal para incentivar la participación del sector privado (Aerospace

Growth Partnership -AGP-, 2013; OCDE, 2016). Esta actitud se ve soportada en que, durante la última década, el cliente principal del mercado sea el gobierno, tanto en aplicaciones civiles como militares (Euroconsult, 2016).

A pesar de las restricciones presupuestales y los desafíos prioritarios que el país deba enfrentar, uno de los retos más importantes es el de la inversión; la calidad de la educación debe ser complementada por la decisión de innovar y asumir riesgos en busca de beneficios superiores, bien sea a través de fondos públicos o privados. Esta oportunidad de financiamiento estatal y corporativo debe ser el escenario para poner la investigación en ciencia y tecnología al alcance de todos, consolidar equipos transdisciplinarios de trabajo en áreas aeroespaciales y brindar a Colombia, una política sostenible y de largo plazo hacia el desarrollo en este campo.

En cuanto a recursos financieros, el sector ha visto cómo éstos han sido dependientes del interés político del momento. Se mencionó anteriormente, que en al menos dos oportunidades existió la voluntad política y se asignaron los recursos para financiar proyectos de adquisición de un satélite de comunicaciones y otro de observación de la Tierra, pero nunca se materializaron. Aunque la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) se ha incrementado en los últimos diez años (figura 1), como lo muestran los datos del Observatorio de Ciencia y Tecnología (2016), el panorama no es alentador cuando se comparan las inversiones en I+D por cada objetivo socioeconómico.

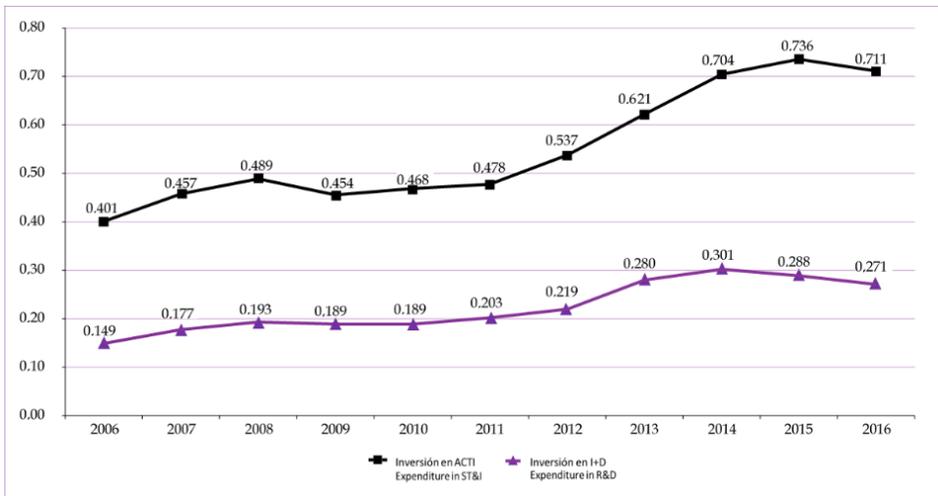


Figura 1. Evolución de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) como porcentaje del PIB, 2006–2016  
 Fuente: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología -OCyT- (2016, p. 20)

Las estadísticas de la financiación gubernamental para investigación y desarrollo por objetivos socioeconómicos, muestran que durante el periodo 2011-2016, la inversión para la exploración y explotación del espacio fue en promedio 0.32%, es decir USD \$1.410.769,51. Si a estos datos se suman las inversiones realizadas por la FAC para su proyecto de nanosatélite *Facsat-1*, el promedio de inversión del periodo queda en USD \$1.752.183,84 (tabla 1).

**Tabla 1**  
**Inversión en I+D para el periodo 2011-2016**

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total USD	\$1,458,095.12	\$5,596,343.35	\$107,761.90	\$1,338,624.73	\$816,278.54	\$1,195,999.39

! Fuente: elaboración propia, con datos de OCyT (2016) y FAC (2017)

Para entender mejor la situación de Colombia, vale la pena comparar cómo se encuentra su inversión en ACTI con relación a otros países de la región. La tabla 2 muestra que Colombia ha ido incrementando recientemente el presupuesto de ACTI con relación a su PIB; sin embargo, si se tiene en cuenta que países como Brasil, México y Argentina tienen mayor PIB que Colombia (Central Intelligence Agency, 2016), y que a su vez cuentan con mejor nivel de desarrollo tecnológico en el sector espacial, es evidente que Colombia está dando pasos en la dirección correcta hacia la construcción de una economía basada en conocimientos.

**Tabla 2**  
**Inversión en ACTI como porcentaje del PIB según países seleccionados 2010-2014**

País	Año				
	2010	2011	2012	2013	2014
Argentina	0,61	0,61	0,68	0,66	0,64
Brasil	1,60	1,56	1,62	1,61	n.d.
Canadá	1,84	1,80	1,79	1,68	1,60
Chile	0,33	0,35	0,36	0,39	0,38
Colombia	0,47	0,48	0,54	0,62	0,70
Costa Rica	1,86	1,77	1,98	2,01	n.d.

Cuba	1,01	0,45	0,59	0,79	0,71
Ecuador	0,47	0,40	n.d.	n.d.	n.d.
España	1,35	1,33	1,29	1,27	1,24
Estados Unidos	2,74	2,77	2,71	2,74	2,76
México	0,75	0,74	0,73	0,75	0,87
Panamá	0,41	0,51	0,31	0,35	n.d.
Portugal	1,53	1,46	1,38	1,33	1,29
Trinidad y Tobago	0,12	0,11	0,12	0,13	0,20
Uruguay	0,69	0,60	0,55	0,51	0,54
Venezuela	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

| Fuente: OCyT (2016)

De esta manera, se evidencia tanto la importancia como la necesidad de invertir en actividades y proyectos de tecnología e innovación espacial, enfocados en desarrollar capacidades productivas con relación a los retos que demanda el futuro inmediato. Colombia posee una masa crítica de profesionales y desarrolladores de nuevas ideas de negocio, que rápidamente se adaptan a las oportunidades que ofrece un mercado con alcance global como lo es el espacial. Para esto es necesario dar un paso inicial sólido y comprometido desde el Estado, que brinde bases fuertes y genere un ambiente en el cual se fomente el desarrollo de proyectos e iniciativas de largo plazo, consolidando el inicio del desarrollo de la actividad productiva espacial, siguiendo el ejemplo de múltiples naciones que, desde el interior del Estado, estimularon políticas que permitieron desarrollar la actividad espacial como un reglón adicional de sus economías productivas.

## 5. Colombia como potencia espacial regional

Dependiendo del nivel de avance tecnológico y económico, las políticas espaciales de los países pueden tener fines más ambiciosos. Por ejemplo, en las potencias espaciales como Estados Unidos, Rusia y la Unión Europea, la política espacial está muy enfocada en el desarrollo del sector económico privado en la exploración y explotación espacial. Por supuesto, estos países ya superaron un periodo en el que el Estado era quien debía realizar la mayor cantidad de inversiones en I+D, y a su vez se constituía en el principal cliente; ahora, su industria se encuentra en un punto de madurez tal, que puede trasladar mayor responsabilidad al sector privado (Harrison, 2012; OECD,

2016; Paikowsky, Reichard, Baram y Ben, 2016). Los países en desarrollo en cambio, buscan que el resultado de su actividad espacial contribuya al desarrollo económico, a la disminución de brechas sociales y una mejor prestación de servicios públicos (Harding, 2013; Munsami, 2014; Özalp, 2009).

Con base en la tendencia creciente de democratización de acceso al espacio evidenciada a lo largo de los últimos veinte años, en la que para aprovechar al máximo los beneficios de tecnología espacial, no es estrictamente necesario contar con una capacidad autónoma de lanzamiento para situar cargas en órbita, ni con un desarrollo tecnológico y económico más allá de lo factible en aspectos operacionales y de recursos; Colombia podría buscar posicionarse como una potencia regional espacial, aún si no cuenta con el legado de otros países en la materia.

Con base en la tendencia creciente de democratización de acceso al espacio evidenciada a lo largo de los últimos veinte años, en la que para aprovechar al máximo los beneficios de tecnología espacial, no es estrictamente necesario contar con una capacidad autónoma de lanzamiento para situar cargas en órbita, ni con un desarrollo tecnológico y económico más allá de lo factible en aspectos operacionales y de recursos; Colombia podría buscar posicionarse como una potencia regional espacial, aún si no cuenta con el legado de otros países en la materia.

Sin embargo, para esto, se hace necesario que el gobierno nacional asuma una postura de compromiso clara, que permita hacer realidad lo que algunos pocos países han alcanzado desde hace más de medio siglo y muchos más hacen desde hace unos pocos años, concentrando sus esfuerzos en el uso del espacio exterior, de manera que se alcancen resultados tangibles desde la perspectiva de desarrollo sostenible; es decir, la satisfacción de las necesidades actuales de la humanidad sin comprometer las de futuras generaciones, garantizando un equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social. Esto sería posible a través de la formulación de una visión y política espacial, que se tradujera en una estrategia, ejecutada bajo el liderazgo de una agencia espacial con la fuerza y recursos necesarios para desarrollar un plan de acción apoyado por el gobierno, que fomente la integración de la academia y la empresa privada con el Estado, en beneficio de los intereses nacionales.

No obstante, el papel del gobierno no solo se circunscribe al antes descrito, sino también al de ser un socio, facilitador y regulador; que identifique y habilite oportunidades en los contextos nacional e internacional, a través de alianzas bilaterales, multilaterales y esfuerzos de cooperación, al administrar adecuadamente las barreras

y obstáculos para la participación en el mercado espacial tanto a nivel local como por fuera de él, comprometiéndose con el desarrollo e implementación de obligaciones y normativas internacionales, estableciendo un marco regulatorio que fomente el emprendimiento y la gestión del riesgo y, delimitando de manera clara los alcances de las actividades espaciales civiles y militares de interés nacional.

## 5.1 Agencia Espacial de Colombia

Debido a la precaria situación en la cual quedó la CCE luego de cuatro de años de inactividad, hasta 2018, así como los constantes cambios de dirección que enfrentó, se hace necesario reformular toda la estrategia espacial nacional de manera que, además de dar cumplimiento a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, de diseñar una política nacional para el desarrollo de este sector, se genere desde su interior, la propuesta para la creación de una entidad tipo agencia espacial, que tenga como responsabilidades las de liderar las actividades espaciales nacionales y velar por los intereses del Estado colombiano en esta materia.

La anterior idea no es nueva, tampoco innovadora; más bien necesaria y urgente, si de posicionar a Colombia se refiere, en el escenario espacial y tecnológico internacional. Esta misma recomendación fue presentada como parte de un estudio técnico adelantado por parte de la CCE en 2011, proponiendo en su momento que una entidad de estas características se adscribiera a la Presidencia de la República, considerando que liderará la visión, política y estrategia de desarrollo nacional a través del uso del espacio, así como de un plan estratégico en el corto, mediano y largo plazo.

Suficientes argumentos se han dado en esta materia a través de los años, tanto por la CCE y la unánime decisión de sus miembros, así como por tangibles ejemplos de éxito alrededor del mundo, por medio de los cuales se puede identificar el fundamental rol que ha jugado una entidad del tipo agencia espacial para el desarrollo espacial de un país, al considerar beneficios directos como: el mismo desarrollo de capacidades e infraestructura espacial, avances tecnológicos, generación de conocimiento, cooperación internacional, posicionamiento del país, desarrollo productivo del sector, apoyo al desarrollo económico y logro de los intereses del país, y seguridad y defensa, entre muchos más, que, de acuerdo al enfoque y necesidades de la nación operadora de la agencia, proponen logros y resultados adaptados a sus necesidades específicas.

En congruencia con lo anterior, la FAC, siendo uno de los miembros fundadores de la CCE, con representación en cada de uno de los siete grupos de trabajo de la comisión y habiéndose desempeñado como Secretaría Ejecutiva por un periodo de dos

años, mantuvo su persistencia en el tema espacial, incorporándolo a su plataforma estratégica por medio de la cual considera el desarrollo del poder espacial como parte de su misión, visión y del objetivo estratégico de fortalecer la capacidad operacional de la institución (FAC, 2019). De esta manera, como entidad autónoma y líder del poder espacial del sector defensa, la FAC ha consolidado y fortalecido sus capacidades espaciales con activos de terceros y propios, capital humano, conocimiento y doctrina, que podrían constituirse en el punto de partida para proyectar la creación de la futura agencia espacial del país.

## 5.2 Industria privada espacial

La identificación de nuevas tendencias y necesidades del sector espacial ofrece enormes oportunidades para los emprendimientos locales. Como se ha expuesto, existe un amplio espectro de áreas de desarrollo espacial para explotar; desde las clásicas aplicaciones enfocadas en beneficio de la educación, la medicina, la atención y prevención de desastres, la defensa, etc., hasta las más novedosas si se quiere, como la minería espacial, turismo espacial y la administración de basura espacial. No obstante, lo anterior también supone una capacidad resolutoria para identificar el camino y recorrerlo.

En consecuencia, es necesario detectar las fortalezas existentes y a partir de allí apalancarse para desarrollar el ecosistema espacial nacional. La ventaja de este enfoque es que las bases, llámese infraestructura, conocimiento, experticia, habilidades, ya están presentes, reduciendo la necesidad de inversión y especialmente, el nivel de riesgo asociado al desarrollo de una nueva actividad económica. Ahora bien, aquí el éxito estriba en alcanzar la excelencia en una o varias tecnologías y no intentar abarcar todo el espectro de posibilidades. Un caso de éxito de la importancia del enfoque en ciertas áreas es el que ha mostrado Canadá. La industria espacial canadiense, con el apoyo de la inversión gubernamental en el espacio, ha generado empleos para trabajadores altamente calificados y fuertes exportaciones basadas en la propiedad intelectual y tecnologías competitivas de clase mundial. Este éxito se extiende más allá de los fabricantes de activos espaciales e incluye empresas que explotan comercialmente los productos y servicios que generan estos activos (Douville, Faulkner y Kittridge, 2012).

En todo esto es fundamental que el gobierno establezca directrices sobre lo que se considera que debe ser el ideal espacial de la nación. Por ejemplo, algunos podrían estar pensando que Colombia debería concentrar sus esfuerzos en desarrollar una industria de fabricación de satélites; para otros, puede ser el establecimiento de un

puerto espacial que aproveche la posición geográfica de Colombia, y aún más, otros podrían decir que en realidad Colombia solo requiere generar un valor agregado a la información derivada de los activos espaciales. Sea cual fuese la decisión, es necesario que cada uno de los actores, sin importar su naturaleza, se comprometa a trabajar en esa dirección el tiempo suficiente para poder ver los frutos del esfuerzo. Invertir en el espacio es un esfuerzo de largo aliento que demanda un compromiso país, independiente de voluntades políticas pasajeras; más bien, exige un compromiso a largo plazo que involucre políticas de promoción y fomento de la industria espacial, fundamentales en este contexto. En esta línea, vale la pena mencionar que entre otros, los principales instrumentos de financiación y estímulo para la empresa privada empleados por los países de la OCDE incluyen subsidios, préstamos, contratos y exenciones tributarias (OCDE, 2016).

## 5.3 Cooperación internacional

La cooperación internacional es uno de los pilares del marco de Naciones Unidas en lo que respecta a las actividades espaciales. Las Resoluciones de la Asamblea General de las Naciones Unidas (AGNU) en 1961, enfatizaron la importancia de fortalecer la cooperación internacional en los usos pacíficos del espacio ultraterrestre (Zhao, 2016). Dicha cooperación es uno de los elementos claves de la estrategia de la Agencia Espacial Europea (Hufenbach, Reiter y Sourgens, 2014). En Latinoamérica, Brasil es un ejemplo claro de cómo se puede avanzar para explotar adecuadamente el camino de la cooperación internacional. Actualmente, este país no es dependiente de Estados Unidos con relación a asistencia tecnológica espacial, y se encuentra involucrado con las agencias espaciales europea y rusa; así mismo, su relación con China ha florecido satisfactoriamente (Lele y Arévalo, 2013). Esto demuestra que no importa el nivel de desarrollo alcanzado; la explotación y exploración del espacio son un esfuerzo global. Los beneficios de la cooperación internacional se pueden evidenciar en forma de eficiencia monetaria, sostenibilidad programática y política y estabilidad de la fuerza laboral, siempre y cuando se mantenga un enfoque de beneficio mutuo (Broniatowski, Faith y Sabathier, 2006).

Además, los programas modernos de exploración espacial bajo el esquema de cooperación internacional, incorporan entre otros: la construcción de nuevos hardware, software, componentes, productos y servicios, control de activos, procesamiento de datos e imágenes, almacenamiento, lanzamiento, e infraestructura de soporte, como un objetivo común que redunde en beneficios mutuos, disminución de esfuerzos, integración de capacidades y reducción de inversión. Dicha estrategia puede ser ade-

lantada tanto a nivel gubernamental, como de la industria, y exige una planificación detallada y estandarización de procesos y procedimientos de manera que se garantice la interoperabilidad y redundancia.

## 6. Conclusiones

Las actividades espaciales han provisto soluciones tangibles que aportan directamente a mejorar el bienestar de la humanidad, consolidándose al mismo tiempo como una fuente de progreso que se integra a la estrategia de desarrollo de los países que las realizan. Por esta razón, es cada vez mayor la cantidad de países que incorporan las tecnologías espaciales enfocadas en un amplio espectro de usos, adecuándolas según sus necesidades, en beneficio de los intereses nacionales. En este sentido, se podría asociar el nivel de desarrollo de un país con el acceso y uso que realiza del espacio exterior.

La experiencia de las potencias espaciales emergentes indica que, a medida que la historia del siglo XXI continúa desarrollándose, más actores pueden llegar a ver los vuelos espaciales como una herramienta vital en la mejora de la seguridad multidimensional. Así, Colombia tiene varias oportunidades y tareas por cumplir en el futuro cercano con relación al desarrollo espacial; la primera, y que constituye un buen comienzo, fue la inclusión en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, de una estrategia que busca implementar una política nacional para impulsar el sector espacial a cargo de la CCE, estrategia que se tendrá la oportunidad de evaluar con el paso del tiempo y que podría constituirse como el punto de partida para el desarrollo del sector espacial colombiano.

La segunda consideración contempla la necesidad de constituir una agencia espacial dentro de la estructura del Estado Colombiano, con autonomía administrativa, capital humano y recursos; empoderada para velar por los intereses espaciales de la nación en escenarios nacionales e internacionales y proyectando la constitución articulada de infraestructura y capacidades espaciales del país, dando respuesta a los retos que imponen los rápidos avances científicos, la demanda y acceso a soluciones tecnológicas, la exploración y explotación espacial y, el cambio climático, entre otros factores.

El tercer aspecto considera la mandataria integración de capacidades de la academia, la empresa privada y el gobierno, sin lo cual el sector espacial se desarrollaría desarticuladamente, afrontando una pérdida continuada de esfuerzos. En este sentido, la iniciativa de carácter integrador ha estado generalmente a cargo de los gobiernos, con el

objetivo de posicionar un sector espacial maduro, productivo y autónomo, por medio de la generación de aplicaciones, productos y servicios espaciales, a través de una industria robusta desarrollada para satisfacer las necesidades domésticas de tecnología espacial, y con capacidad para competir en el mercado espacial internacional.

La cuarta consideración está relacionada con la cooperación internacional, fundamental en el desarrollo del sector espacial, catalogada como una actividad crítica a ejecutar por potencias espaciales como China, Estados Unidos, Europa y Rusia, constituyéndose la Estación Espacial Internacional como el mejor ejemplo de integración de esfuerzos de la humanidad con el fin de iniciar la conquista del espacio. Por lo anterior, Colombia, dadas las potencialidades de su ubicación geográfica, estabilidad económica y competencias intelectuales, tiene un reconocimiento internacional, al cual se le puede dar buen uso en cuanto a temas espaciales se refiere. Ante este escenario, se requiere adelantar una estrategia intensa que permita establecer canales de cooperación internacional de manera que, profesionales, empresas, sectores productivos y en general toda la maquinaria de desarrollo humano, económico, tecnológico y social del país tenga acceso y se integre a programas y proyectos internacionales que potencien las capacidades espaciales de la nación.

La última consideración pretende que la experiencia y el terreno ganado por la FAC, en cuanto al liderazgo del poder espacial del sector defensa, capacidades, conocimiento y experticia operativa espacial a través de su programa satelital *Facsat*, sirva de referencia y como punto de partida para consolidar el desarrollo de la capacidad espacial nacional, la organización, los proyectos, el marco de gobernanza y la academia nacional. De esta manera, se ratificaría para el caso colombiano, el concepto globalmente aceptado de que las tecnologías espaciales satisfacen múltiples dominios y sectores productivos, integrando así al sector defensa con la totalidad del sector productivo del país.

Dicho lo anterior, el espacio se constituye en una oportunidad infinita para Colombia, y para hacerla posible, se propone que una futura agencia espacial nacional lidere un programa espacial colombiano, que integre temas comunes y vitales para el desarrollo de una estrategia espacial nacional, incluyendo: la necesidad de garantizar la capacidad de acceso, uso, exploración y explotación del espacio, a través de la satisfacción de los imperativos astropolíticos de Colombia; la generación de normatividad y estímulos que promuevan la industria espacial nacional; la priorización y apoyo a proyectos y emprendimientos espaciales; el desarrollo comercial de las tecnologías satelitales y fomento de aplicaciones basadas en tecnología satelital; el estímulo para

la creación de áreas de conocimiento espacial en aspectos operacionales, técnicos, de gobernanza y de administración de recursos; la formación de astroestrategas; el apoyo a la investigación científica; el desarrollo de la cooperación internacional; la socialización de los beneficios de las tecnologías espaciales y, el estímulo a las futuras generaciones para educarse en ciencias espaciales. De esta manera, y dada la importancia que el espacio representa para el desarrollo socioeconómico del país, se consolidaría un entorno ideal para el nacimiento de actores nacionales que deseen acceder, explotar y explorar el espacio de manera pacífica, en beneficio de los intereses nacionales.

En conclusión, el desarrollo espacial no da espera, se tiene la responsabilidad de cimentar el futuro de las nuevas generaciones, y para esto, es fundamental tomar rápidas decisiones como país, que permitirán materializar las infinitas oportunidades que el espacio exterior está en capacidad de brindarle a Colombia.

## Referencias

- Aerospace Growth Partnership -AGP- (2013). *Lifting Off – Implementing the Strategic Vision for UK Aerospace*. Obtenido de <https://bit.ly/2L8QZDJ>
- Amadeo, K. (2019). *NASA Budget: Current Funding, History, Economic Impact*. Obtenido de <https://bit.ly/2z3Xt18>
- Angulo, G. (2016). Cooperación internacional y emigración calificada: diáspora científica colombiana. *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo*, 3(1), 99-114.
- Becerra, J. (2014). Colombias space policy: An analysis of six years of progress and challenges. *Acta Astronáutica*, 100(1), 94-100.
- Broniatowski, D., Faith, G. y Sabathier, V. (2006). *The Case for Managed International Cooperation in Space Exploration*. Obtenido de <https://bit.ly/2AIJv4o>
- Carriazo, F. (2018). *Los costos de las lluvias torrenciales: el caso de Mocoa*. Obtenido de <https://bit.ly/337xCBb>
- Central Intelligence Agency (2016). *The World Factbook*. Obtenido de <https://bit.ly/1bgDiW9>
- Correa, M. (2017). Estado actual del proceso de territorialización del espacio ultraterrestre por parte de Colombia y recomendaciones para su consolidación. *Perspectiva Geográfica*, 22(1), 147-160.
- Davenport, C. (2018). *The space barons : Elon Musk, Jeff Bezos, and the quest to colonize the cosmos*. New York: PublicAffairs.
- Depersio, G. (2019). *Why did oil prices drop so much in 2014?* Obtenido de <https://bit.ly/2GxWtTI>

- Departamento Nacional de Planeación (2018). *Más conectividad a internet podrá aumentar el PIB de Colombia hasta en 1,6%*. Obtenido de <https://bit.ly/2OkOPPR>
- Departamento Nacional de Planeación -DPN-. (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. Obtenido de <https://bit.ly/2FmnCJO>
- Douville, D., Faulkner, M. y Kittridge, A. (2012). *A Report on the Development of a National Space Infrastructure to support the Global Competitiveness of the Canadian Space Industry*. Ottawa: Lansdowne Technologies Inc. Obtenido de <https://bit.ly/2L-NYDU4>
- Euroconsult (2016). *The satellite value chain satellite value chain: snapshot 2015 key trends and indicators on supply & demand of the world commercial satellite industry - an extract*. Obtenido de <https://bit.ly/2tUcFez>
- Fuerza Aérea Colombiana -FAC-. (2019). *Plan Estratégico Institucional FAC 2011-2030*. Bogotá, D.C.: Exprecard's. Obtenido de <https://bit.ly/2lwHAeQ>
- Harding, R. (2013). *Space Policy in Developing Countries: The Search for Security and Development on the Final Frontier*. New York: Routledge.
- Harrison, G. (2012). The Commercial Space Industry And Launch Market. *Journal of Magnetohydrodynamics and Plasma Research*, 17(3), 183-206.
- Hufenbach, B., Reiter, T. y Sourgens, E. (2014). ESA strategic planning for space exploration. *Space Policy*, 30(3), 174-177.
- Kaku, M. (2018). *The future of humanity : terraforming Mars, interstellar travel, immortality, and our destiny beyond Earth*. New York: Doubleday, a division of Penguin Random House LLC.
- Lele, A. y Arévalo, C. (2013). Prospects and opportunities for space collaboration with Latin America : What can India contribute and gain? *Space Policy*, 29(3), 190-196.
- Monastersky, R. (2009). Shooting for the Moon. *Nature*, 460, 314-315.
- Munsami, V. (2014). South Africa's national space policy: The dawn of a new space era. *Space Policy*, 30(3), 115-120.
- National Research Council (2009). *America's future in space: Aligning the civil space program with national needs*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Observatorio de Ciencia y Tecnología (2016). *Indicadores de ciencia y tecnología para Colombia. 2016*. Bogotá, D.C.: Ántropos. Obtenido de <https://bit.ly/2Vkw6Je>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos -OCDE- (2016). *Space and Innovation*. París: OCDE Publishing. Obtenido de <https://bit.ly/2u00cCx>
- Özalp, T. (2009). Space as a strategic vision for Turkey and its people. *Space Policy*, 25(4), 224-235.
- Paikowsky, D., Reichard, A., Baram, G. y Ben, I. (2016). *Space 2015: A Year In Review*. Tel Avid University. Obtenido de <https://bit.ly/2Ojz1jH>

- Ramírez, C. y Mendoza, L. (2013). *Perfil Migratorio de Colombia 2012*. Bogotá, D.C.: Organización Internacional para las Migraciones. Obtenido de <https://bit.ly/2VbzXlo>
- The World Bank. (2019a). *GDP ranking (GDP)*. Obtenido de <https://bit.ly/2SQ2vJD>
- The World Bank. (2019b). *The Global Economy: Heightened Tensions, Subdued Growth*. Obtenido de <https://bit.ly/2LIF7sk>
- United Nations Office for Outer Space Affairs -UNOOSA- (s.f.). *World Space Agencies*. Obtenido de <https://bit.ly/31L333J>
- Weeden, B. (2017). *Handbook for New Actors in Space*. Broomfield: Secure World Foundation. Obtenido de <https://bit.ly/2McHMct>
- Zhao, Y. (2016). The Role of bilateral and multilateral agreements in international space cooperation. *Space Policy*, 36, 12-18.