

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Facultad de Gobierno y Relaciones Internacionales

Sergio Andrés Ramírez Figueredo

Carlos Alberto Chaves García

2024

Desarrollo aeroespacial colombiano 2018-2023, aporte estratégico a la Defensa nacional en el contexto multipolar

Sergio Andrés Ramírez Figueredo¹

Resumen

Los asuntos aeroespaciales representan un ámbito de interés para la Defensa nacional colombiana, en relación con la protección soberana del territorio. A partir de ello, emerge el objetivo del presente documento por clarificar el aporte estratégico del dominio espacial en la custodia del territorio y su población, en la organización soberana que los gobierna en medio del contexto internacional multipolar en reacomodación, abarcando el periodo de análisis entre 2018-2023. Se empleó un enfoque cualitativo con diseño de teoría fundamentada emergente, para estimular un análisis reflexivo. Por su parte, la problemática se aborda desde los nuevos referentes respecto a la conducción de la guerra (*guerra Multidominio y Mosaico*) para definir riesgos, amenazas y oportunidades para el desarrollo de una mirada estratégica colombiana del espacio, aspecto que se contempla en medio del contexto internacional multipolar con dinámicas de riesgos, amenazas y oportunidades para una estrategia aeroespacial colombiana. Como principales hallazgos se destaca la necesidad de ampliar los desarrollos aeroespaciales nacionales para mejorar los sistemas de identificación y alerta temprana de riesgos y amenazas, asegurando la integridad del territorio y el bienestar de la población. Las conclusiones subrayan la importancia de fomentar la sinergia entre actores públicos y privados, tanto militares como civiles, para implementar sistemas de defensa integrales y autónomos. Acción crucial frente a la inestabilidad regional y los intereses geoestratégicos de actores Estatales que operan al margen de las convenciones internacionales.

Palabras claves: Desarrollo aeroespacial, Colombia, Defensa nacional, Multidominio, Estrategia.

Abstract

Aerospace issues represent an area of interest for Colombian national defense in relation to the sovereign protection of the territory. From this premise, the objective of the present document emerges: to clarify the strategic contribution of the space domain in the custody of the territory and its population within the sovereign organization that governs them amid the reconfiguring multipolar international context, covering the period of analysis from 2018-2023. A qualitative approach with an emergent grounded theory design was employed

¹ Estudiante Maestría en Gobierno y Relaciones Internacionales, Universidad Santo Tomás, sergioramirezf@usantotomas.edu.co

to stimulate reflective analysis. The issue is addressed from the perspective of new references regarding the conduct of warfare (Multi-Domain and Mosaic Warfare) to define risks, threats, and opportunities for the development of a Colombian strategic view of space, an aspect considered amid the multipolar international context with dynamic risks, threats, and opportunities for a Colombian aerospace strategy. Key findings highlight the need to expand national aerospace developments to improve risk and threat identification and early warning systems, ensuring the integrity of the territory and the well-being of the population. The conclusions emphasize the importance of fostering synergy between public and private actors, both military and civilian, to implement comprehensive and autonomous defense systems. This action is crucial in the face of regional instability and the geostrategic interests of state actors operating outside international conventions.

Key words: *Aerospace development, Colombia, National Defense, Multidomain, Strategy.*

Introducción

Colombia mediante la planeación estratégica efectuada por la Fuerza Aérea Colombiana-FAC y el lanzamiento de dos nanosatélites (FACSAT 1- noviembre de 2018, FACSAT 2- abril 2023), asume el desafío por posicionar al país como actor con capacidades y preparación para adelantar labores en beneficio de sus connacionales desde el espacio ultraterrestre. Este grupo de vectores satelitales representa el primer esfuerzo tangible del Estado por proyectar capacidades satelitales, que contribuyen a partir de la información capturada por los sensores allí instalados, a la toma de decisiones para instituciones públicas y privadas, del ámbito militar y civil.

Como consecuencia, hacer uso del espacio ultraterrestre requiere de incentivar los desarrollos nacionales pertinentes, para establecer condiciones futuras hacia el uso militar, comunicacional, meteorológico, de investigación o económico derivado de tal instancia (Giraldo & Cabrera, 2020, p. 95). Experiencias en la región latinoamericana dan cuenta de cómo, actores como Brasil, ejercen actividades satelitales que se remontan a 1990, bajo un enfoque Estratégico de Estado que se desempeña de forma estrecha con la custodia, monitoreo y ejercicio soberano del poder sobre el territorio amazónico (De Sena, 2012, p. 102). Tales factores dan cuenta de la vinculación existente entre los asuntos espaciales y la Defensa nacional, como parte del resguardo de los activos estratégicos de un Estado mediante el uso de la tecnología satelital.

Para Colombia, las capacidades satelitales desarrolladas con el programa FACSAT implican que, mediante la observación ultraterrestre del territorio, se pueda afinar el sistema de identificación de potenciales riesgos y amenazas contra la soberanía nacional e integridad de sus habitantes. Por lo tanto, el componente aeroespacial desde una óptica estratégica representa una necesidad nacional, para asegurar la gestión y uso soberano de la órbita geoestacionaria del territorio nacional, en medio de la intensificación de actividades espaciales por parte de actores vecinos. Comportamientos como las reivindicaciones territoriales unilaterales por parte de Venezuela o Nicaragua, pueden plantear a futuro, repercusiones contraproducentes para la soberanía del territorio nacional actual.

Por lo tanto, el territorio ultraterrestre es fundamental para las necesidades presentes y futuras conexas al control y resguardo territorial, como lugar aprovechable mediante capacidades de observación y comunicación satelital, útiles para la custodia fronteriza terrestre y marítima, así como para la generación de alertas tempranas que contribuyen a la planeación y toma de decisiones para el sistema de Defensa nacional colombiano. De otra parte, la posición ecuatorial del país representa en sí un valor estratégico relevante, ofreciendo condiciones favorables para el eventual lanzamiento de artefactos espaciales, sea mediante la cooperación internacional con socios clave, o a través de la preparación autónoma del país (Robayo, 2019, p. 68).

Este documento examina, desde la perspectiva teórica de la Guerra Multidominio y Mosaico, la caracterización actual y futura de los medios y modos de combate del siglo XXI en un entorno multipolar. En este contexto, el cierre de brechas económicas entre actores rivales que compiten por la supremacía global, así como en regiones en disputa, puede incentivar la elección del conflicto bélico como alternativa para lograr objetivos políticos a nivel estratégico. Por lo tanto, la relevancia estratégica del ámbito espacial colombiano radica en la necesidad por amplificar los mecanismos de alerta, prevención y disuasión de acciones militares por parte de actores Estatales con clara inclinación de amenazar la integridad territorial del país mediante el recurso bélico.

En efecto, dichos argumentos de justificación permiten plantear el siguiente interrogante: *¿Cuáles son los aportes estratégicos en materia de Defensa nacional desde el desarrollo aeroespacial colombiano en el contexto multipolar?* Una respuesta palmaria a tal problemática implica resaltar la materialización de la presencia colombiana ultraterrestre, que, desde el ejercicio de soberanía, catapulte el desarrollo de capacidades de mayor envergadura, para la protección del territorio nacional, mediante el respaldo de imágenes transmitidas desde satélites de observación y la consecuente construcción de alianzas estratégicas aeroespaciales con actores afines al interés de preservación de valores democráticos-liberales. De aquel aspecto se desprenden efectos positivos para el desarrollo de sinergias tecnológicas privado-públicas (de la esfera civil o militar). Por su parte, las innovaciones cambiantes de los entornos, y en particular para las cuestiones aeroespaciales, constituye un entorno de retos y desafíos para el resguardo de la nación y sus activos estratégicos.

Este documento se estructura a partir de las siguientes secciones: **1.** Explicar la relevancia estratégica del desarrollo de capacidades aeroespaciales; **2.** Identificar los avances de las capacidades aeroespaciales para la Defensa nacional colombiana, y **3.** Establecer los retos y desafíos en la adopción de una perspectiva aeroespacial en materia de Defensa nacional. La metodología empleada desde un enfoque cualitativo de alcance explicativo para orientar un texto reflexivo, enmarcado en el paradigma relativista, como espacio de aproximación a las realidades sociales asociadas con el objeto de estudio de interés, así como de las perspectivas contribuidas por los expertos temáticos consultados en torno a las reflexiones académicas y prácticas de este documento.

La línea de investigación de la Universidad Santo Tomás y su Programa de Maestría en Gobierno y Relaciones Internacionales, a la que se suscribe este artículo, se vincula al eje de Seguridad y Justicia Política, como espacio para dar cuenta de propuestas científicas, acordes a las necesidades, desafíos y retos del contexto nacional, hemisférico y global.

Marco teórico

La historia humana reitera cómo el desarrollo tecnológico es impulsor cualitativo y cuantitativo, en la transformación de innovaciones que posibilitan los recursos de ejercicio y proyección de poder. Yuval Harari (2014) destacó el impacto de tal premisa, desde la industrialización bélica de finales del siglo XIX, con sus consabidas repercusiones en la toma de decisiones políticas sobre la ventaja comparativa del desarrollo e investigación científica ante sus adversarios. Esto desde una óptica teórica Neorrealista de las Relaciones Internacionales se traduce en incentivos que el escenario anárquico mundial dispone para la acumulación de poder de los Estados, con sus respectivos impactos en los dilemas de seguridad.

Desde aquella lectura, en términos estratégicos aeroespaciales se pueden considerar dos ópticas reseñadas por Jeffrey Taliaferro (2001) como el realismo ofensivo y defensivo, siendo el primero aquél que promueve la expansión y el aumento del poder como medios para asegurar la supervivencia, impulsando a los Estados a maximizar su influencia y capacidades. Mientras que desde el realismo defensivo se sugiere que los Estados deben adoptar estrategias moderadas y evitar acciones agresivas que puedan desencadenar dilemas de seguridad. La concepción de capacidades aeroespaciales en términos de defensa depara tales dimensiones, sea como medios para acentuar medidas de dominación y preponderancia ante actores rivales, o de desarrollo moderado conforme se reconozcan los riesgos de hostilidad y conflicto posibles de derivarse ante la evolución de capacidades de posicionamiento espacial.

Tal proceso de lectura teórica respecto al factor tecnológico y de estudios internacionales, encadenan un devenir de etapas en el desarrollo de las guerras, mediante la disposición de medios y avances traducidos en adaptaciones bélicas, estipuladas para ejercer un dominio o brecha tecnológica, capaz de inclinar resultados diferenciales en el campo de batalla. Ahora bien, el salto contemporáneo en materia de Defensa y dominio espacial se circunscribe a la definición de las Guerras Multidominio y Mosaico. La cuestión Multidominio implica la cobertura diversa, de plataformas de defensa en cinco ámbitos, como lo son: la tierra, el mar y el aire (de carácter tradicional y primeras precursoras del desarrollo industrial de la guerra), acompañados de dos dominios novedosos (espacio y ciberespacio), articulados a un sexto dominio en algunos casos, denominado dominio cognitivo.

Ahora bien, desde la doctrina incorporada por las Fuerzas Armadas terrestres de Estados Unidos a partir de 2016 sobre el ámbito Multidominio, se asimila como la acción conjunta y transversal entre unidades de tierra, mar, aire, espacio, electromagnéticas y ciberespaciales, producto de la necesidad adaptativa ante la progresiva pérdida de la

primacía exclusiva en todos los dominios de la guerra, como consecuencia de los avances tecnológicos efectuados por fuerzas adversarias (Ej.: China, Rusia, Irán, Corea del Norte), en aspectos como la guerra electrónica, que impiden el acceso y control sobre un entorno operacional (Pulido, 2021, p. 30).

Por su parte, la concepción Mosaico hace referencia a la preparación adaptativa del componente de defensa, según el nivel de criticidad de un enfrentamiento bélico (guerra asimétrica, híbrida, convencional o no convencional), en el que los vectores dispuestos en los seis dominios de la guerra, puedan ser empleados de manera eficiente y simultánea (mediante la combinación de medios tripulados y no tripulados), para sintetizar las complejidades operativas y reducir los costos asociables, producto del despliegue de plataformas convencionales sin apoyo efectivo; armonizando así el empleo operacional junto con otras unidades de menor coste y mayor facilidad de adaptación o reemplazo. Un ejemplo de ello son las condiciones de combate dadas en entornos donde la presencia de plataformas convencionales (tanques, aviones caza, corbetas), no representen por sí solas la dominación pretendida sobre el enemigo, tal y como puede acontecer en la guerra urbana o en entornos abiertos, que sitúan en complicaciones de maniobra y función a columnas de tanques de combate, expuestas ante ataques de enjambres de drones o grupos de MANPADS² ocultos en el terreno.

Al tiempo, tal óptica teórica proveniente de la nueva dimensión de la conducción de la guerra ante los avances tecnológicos de la Cuarta Revolución Industrial-4RI, vincula factores Estratégicos y de Gran Estrategia expresados en el contexto multipolar. El incremento de tensiones geopolíticas a raíz de la canalización bélica de los conflictos, sumado al ascenso de potencias globales que aspiran a cuestionar la hegemonía mundial estadounidense; deriva en la convergencia de intereses entre países con influencia menor e intermedia en el escenario internacional, hacia el paraguas de respaldo chino o ruso, que mediante la afinidad político-ideológica contestataria de las convenciones democrático-liberales, estimen la redefinición de las condiciones de concertación con los demás actores del sistema internacional. Aquello es posible mediante el acercamiento de capacidades económicas y tecnológicas de los adversarios estadounidenses, lo cual permite diversificar los puntos de influencia y su autonomía respecto al otrora hegemón (Pulido, 2021).

A continuación, se expondrán siete categorías planteadas por John J. Klein (2004) para la construcción de un modelo estratégico espacial, concebido en relación con el cumplimiento y resguardo del Interés Nacional a partir del modelo marítimo. Así, la función estratégica espacial puede entenderse como componente interoperable, vinculado con los dominios terrestre, aéreo, naval y cibernético; que, como vector de proyección de poder en la Estrategia, debe plasmar la voluntad de poder e intereses nacionales en tiempos pacíficos y bélicos.

² Man-portable air-defense systems

Tabla 1: Ámbitos Estratégicos del dominio espacial

Categoría	Descripción
Implicaciones del Poder Nacional	Uso de activos espaciales para la proyección de poder nacional, en tiempos de paz y guerra, incluyendo elementos diplomáticos, militares, económicos, tecnológicos e informativos. Factores que impactan el equilibrio de riqueza y poder entre las naciones.
Interdependencia multidominio	Las operaciones en el espacio son interdependientes con las terrestres, marítimas, aéreas y cibernéticas. Por lo tanto, como subconjunto estratégico y operacional es indispensable su funcionamiento junto con los demás dominios de la guerra.
Comando del Espacio	Control de las comunicaciones espaciales civiles, comerciales, de inteligencia y militares. Situación dada por el valor estratégico del espacio como medio para el flujo de ondas y señales; por lo tanto, el Comando del Espacio actúa en función de custodiar tales activos, y asegurar que, las misiones espaciales del adversario no interfieran seriamente en las propias. El Comando del Espacio representa un ámbito de constante disputa entre los actores con vocación de permanencia y poder en el espacio.
Comunicaciones Espaciales	Líneas de comunicación que sustentan la presencia y operatividad nacional a través del espacio. Estas incluyen líneas de comunicación estratégicas, críticas para la supervivencia de una nación, que sirven al movimiento de comercio, material, suministros e información. El ataque tal componente afecta las actividades civiles, comerciales, de inteligencia y militares. Por lo tanto, el objetivo estratégico es asegurar las comunicaciones espaciales propias frente a acciones enemigas que puedan comprometerlas.
Posiciones Estratégicas	Representadas por la infraestructura espacial como instalaciones de lanzamiento, sistemas de enlace ascendente y descendente, bases o estaciones espaciales, y demás áreas de convergencia logística en el espacio. La disposición adecuada de las mismas favorece la anticipación y mitigación de la sorpresa estratégica; por lo tanto, desde tales instalaciones se ejerce poder disuasorio capaz de comprometer el comercio y las operaciones del enemigo, alterando su curso de acción.
Movilidad espacial	Compuestas por bloqueos cercanos o abiertos asociados a las Posiciones Estratégicas en el espacio. Para el bloqueo cercano, se compromete la operación espacial del enemigo, sea mediante la denegación de lanzamiento o recuperación de sistemas físicos o la alteración de sus comunicaciones; factores que vulneran la logística del rival. En contraste, el bloqueo abierto, satura o interfiere las líneas de comunicación espaciales distantes y comunes, sea mediante vehículos físicos o interferencia de señales.
Plataformas de	Concebidas para el resguardo de las comunicaciones y logística

Categoría	Descripción
control y vigilancia espacial	espacial, en relación con la necesidad de cobertura por longitud de las mencionadas líneas. Estas serían conformadas por microsátélites diseñados para defender activos espaciales de alto valor contra ataques o interferencias basadas en el espacio. Los sistemas espaciales que realizan operaciones puramente ofensivas con influencia negligente en las líneas de comunicación espacial son de importancia secundaria.

Fuente: Elaboración propia desde Klein (2004).

Por lo que se refiere al valor estratégico del ámbito aeroespacial a partir de la consecuente revolución doctrinal militar expresada en los últimos años, se comprende desde el concepto Multidominio y Mosaico, a un componente destinado a ejercer un rol primordial para la interconexión de unidades tripuladas y no tripuladas sobre un teatro o área de operaciones, más aún, teniendo en cuenta la relevancia del segmento tecnológico en la preparación de operaciones militares y su rol en las cuestiones de defensa. Por lo tanto, cabe comprender la cuestión aeroespacial desde tal óptica, como disposiciones que, a futuro, se sintetizarán en funciones más pequeñas y prácticas en las operacionales militares, con la finalidad de ahorrar costes y atender problemas complejos de forma más resuelta, mediante la consideración de los riesgos y escenarios probables de planteamiento de los adversarios o enemigos en un contexto de disputa bélica (Perkins, 2017, pp. 6-9).

De tal manera, que el ámbito multidominio en términos de Defensa, implica la sinergia de vectores disponibles, para garantizar la respuesta efectiva ante riesgos, sorpresas estratégicas y eventualidades que contravengan el interés nacional de un actor Estatal. En consecuencia, tal situación a nivel operativo implica la acción conjunta, integrada e interoperable de las capacidades aéreas, navales, terrestres, espaciales y ciberespaciales, como respuesta al desarrollo de riesgos y amenazas permanentes, subyacentes o futuras, que puedan comprometer la existencia de una nación y el conjunto humano que en ella se representa.

Marco normativo: *Posición internacional colombiana ante los asuntos espaciales*

La evolución de las normas relacionadas con el uso del espacio formuló terminologías como “no apropiación, interés común o libertad” dentro de las apreciaciones del Tratado de normatividad espacial de las Naciones Unidas (Freeland, 2015, p. 88). Desde el ámbito constitucional colombiano, la disposición del artículo 101 sobre el territorio, concibe al segmento de órbita geoestacionaria como parte del Estado. Por lo tanto, allí queda refrentado el interés de las Fuerzas Militares (específicamente de la Fuerza Aérea Colombiana) para disuadir en forma conjunta, los desafíos de seguridad, que repercutan relevancia afectaciones para la Defensa nacional.

Lo anterior se entrelaza con la tradición de adopción y cumplimiento de los compromisos internacionales firmados por Colombia en el seno de las Naciones Unidas. Muestra de ello es el reconocimiento nacional a los Tratados y principios que deben regir

las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre dispuestos por la Asamblea General de las Naciones Unidas (Conde, p. 113, 2022). Colombia es signatario de la Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre de 1963, así como de los cinco tratados generales multilaterales desprendidos de la declaración antes mencionada (Naciones Unidas, 2002).

Entre tanto, el desarrollo aeroespacial en Colombia ha girado en torno al interés en las telecomunicaciones, siendo el documento CONPES N° 1421 del 15 de marzo de 1977 el primer indicio sólido respecto al desarrollo satelital como necesidad para estimular la evolución de las comunicaciones nacionales, a la par que la ejecución del proyecto fijaba como objetivo el uso del activo estratégico geoestacionario del país y su ventaja comparativa por la localización en la franja ecuatorial del globo terráqueo; tal proyecto culminaría sus expectativas hacia 1982 por falta de cumplimiento de los objetivos asociados (Silva et al, 2021, pp. 59-60). Por eso, el criterio de cobertura comunicacional para áreas de remoto acceso vía satélite se suplió por contratación con actores privados.

Sería hasta julio de 2006 con la creación de la Comisión Colombiana del Espacio-CCE, en que el tema espacial retomaría interés para el poder político nacional. El Decreto 2442 de ese año expuso las necesidades culturales, económicas, sociales y de seguridad que representan el uso pacífico de la tecnología satelital; refrendando el compromiso de tal Comisión para orientar y coordinar una política espacial, no obstante factores como la falta de autonomía presupuestaria, han impedido que los desarrollos teóricos creados en la CCE tengan materialización efectiva (Silva et al, 2021, pp. 61). Entre tanto, discrepancias existentes en materia presupuestaria en la relación costo-beneficio entre la adquisición de imágenes satelitales y la compra de un satélite de alto costo, se zanjarían en 2014, inclinando la senda satelital colombiana en la adaptación de sistemas de pequeño tamaño (nanosatélites), para materializar las aspiraciones nacionales de un programa propio.

De ahí, en adelante, documentos CONPES (3683 del 6 de agosto de 2010) se encargaron de plantear las orientaciones públicas para diseñar un programa satelital colombiano, que desde la observación terrestre contribuya mediante el desarrollo de ciencia y tecnología, al desempeño de programas de alcance nacional, regional, local o sectorial; mientras que el CONPES 3983/2020 planteó desde el impulso de la competitividad nacional en el marco de la Política de desarrollo espacial, la incidencia referencial del ámbito militar nacional para la evolución de las capacidades autónomas de Colombia en el espacio.

Metodología

La estructura del documento se fundamenta en la revisión de literatura académica y especializada, utilizando bases de datos bibliográficas como Scopus. Se emplearon dos códigos booleanos para identificar discusiones relevantes: "aerospace AND strategies AND defense AND state" y "aerospace AND defence AND technological AND revolution". Los

recursos bibliográficos pertinentes se clasificaron en tres dimensiones relacionadas con la investigación: **1.** desarrollo tecnológico requerido, **2.** transformación del sector aeroespacial de defensa y contexto multidominio y **3.** función estratégica aeroespacial.

Además de la literatura académica, se recurrió a literatura gris como informes oficiales, policy papers y boletines especializados centrados en la 4RI, en aproximación a la mirada de Defensa y relevancia estratégica, desde el enfoque Multidominio y Mosaico, para comprender la relevancia del dominio aeroespacial en la defensa, particularmente en el contexto colombiano y el panorama multipolar del siglo XXI. Se acudió a la aplicación de un instrumento de recolección de información tipo entrevistas semiestructuradas a expertos temáticos aeroespaciales, para consultar sus perspectivas, en aras de solventar vacíos de información y conocer de primera mano las apreciaciones generadas en torno al área tratada.

El enfoque metodológico cualitativo, con alcance explicativo, se apoya en la identificación de categorías referentes mediante entrevistas semiestructuradas y análisis cualitativo de datos secundarios con el software Atlas TI. Lo anterior suscrito al paradigma de investigación relativista como aproximación a las realidades sociales asociadas al objeto de estudio, con la premisa de no influir en los hallazgos de acuerdo con los intereses del investigador (Páramo, 2020). Con la intención de brindar los referentes conceptuales tratados, como puntos de debate a futuro ante los hallazgos producto de esta investigación.

Resultados y discusión.

Es importante dilucidar en términos conceptuales, las capacidades aeroespaciales como elementos estratégicos. Para lograrlo, es pertinente explicar algunas de las capacidades manifestadas en el ámbito espacial. Por lo tanto, la esquematización jerárquica de los Niveles de la Guerra (Táctico, Operacional, Estratégico y Gran Estrategia), contribuye a comprender cómo el dominio espacial, constituye como espacio físico, un lugar donde se desenvuelven acciones activas y pasivas de los actores con presencia en el mismo, cuyo impacto depara repercusiones estratégicas en términos de Defensa nacional.

Ahora bien, el nivel Táctico y Operacional en la conducción militar, refiere para el primero, el conjunto de oficios que reúnen las condiciones para ganar enfrentamientos (batallas), mientras que el segundo cumple la función de interconectar el nivel Táctico con el Estratégico, garante del desarrollo de campañas militares, como las acciones logísticas. El liderazgo de aquellos niveles se genera a partir de la orientación de unos objetivos políticos estipulados, siendo tal función propia del criterio Estratégico (Zabecki, 2004, p. 11). Por su parte, la Gran Estrategia se puede entender de dos formas: **1.** Como uso coordinado y directo de los recursos nacionales hacia el cumplimiento de los objetivos políticos de una guerra o **2.** Como instancia donde las estrategias militares, políticas y económicas confluyen entre sí, para integrar parámetros de seguridad (Sloan, 2016).

Por tal motivo, una visión estratégica de defensa del ámbito aeroespacial para el entorno multipolar del siglo XXI, implica el uso articulado de los recursos nacionales

disponibles (económicos, tecnológicos, de capital humano, territoriales, de preparación educacional, de defensa, entre otros), desde los cuales emerge la identificación relevante y pertinente del espacio y el espectro electromagnético, como activos cruciales para el desarrollo nacional, la protección del territorio y la generación de espacios para la innovación y la generación de masa crítica nacional en la medida que se incentiven sectores de alto desarrollo tecnológico.

Por lo tanto, sea a nivel Estratégico o de Gran Estrategia, el dominio espacial supone un ámbito trascendental para la materialización de la visión política de un Estado ante el mundo, en especial para aquellos con vocación de dominio o hegemonía global. La Gran Estrategia espacial implica usos como la orientación de recursos y medios, para la observación e interconexión instantánea vía satélite, para garantizar la seguridad de un Estado, favorecer la anticipación estratégica y contener las sorpresas que de ellas derivan, ante los planes y estrategias de adversarios o enemigos. Los recursos y medios derivados de tal proyección de poder, representan cualidades desequilibrantes en un escenario de rivalidad regional o mundial entre actores regionales o globales, a partir de capacidades como la supresión de telecomunicaciones satelitales, con las cuales se transmite con claridad al adversario, los elevados costos y riesgos que representaría desencadenar una agresión militar, ante la cual los resultados políticos deseados no superarían las afectaciones que en contraprestación se podrán percibir.

De tal manera que, en relación con el grado de proyección de poder posible de ejercer desde tal dominio, junto con la criticidad que supone la dominación global desde el ámbito ultraterrestre, sumado al nivel tecnológico que ello implica, se puede inferir que todo proceso planteado por actores Estatales a escala espacial depende en total medida de la voluntad geoestratégica de los Grandes Poderes mundiales, en conceder o denegar a países de poder intermedio o pequeño, el acceso a tal dominio. Ejemplo de ello se expresó a inicios de 2024, con el reconocimiento del portavoz del Consejo de Seguridad Nacional de la Casa Blanca, John Kirby, sobre nuevas capacidades antisatélite rusas (Madhani & Miller, 2024), cuestión que reafirma el potencial diferencial de dichos actores en el ámbito espacial. En la actualidad, la Federación Rusa, la República Popular de China, India y Estados Unidos son los referentes espaciales con capacidad probada antisatélites, desplegada para la destrucción de viejos vectores propios; situación a la que se suma la posible adecuación de capacidades nucleares como vectores antisatélite en órbita (Starling & Massa, 2024).

Por lo tanto, el dominio espacial como espectro estratégico, por sus condiciones físicas sobre el globo terráqueo, así como por la conjunción de elementos trascendentales para el desarrollo en las comunicaciones, en la observación de fenómenos astronómicos y meteorológicos, así como en la disposición de vectores de ubicación satelital; integran en conjunto la comprensión sobre cómo tal escenario, representa a tiempo presente y futuro, un campo de abierta competencia entre los grandes poderes hegemónicos rivales en la actualidad (Estados Unidos, la alianza OTAN y sus socios globales, vs China, Rusia y las potencias regionales emergentes contestatarias al orden mundial moldeado por occidente),

situación que avizora contemplarse en el entorno latinoamericano, y por ende, con impacto consecuente para la Defensa nacional colombiana.

Ambiente estratégico tecnológico del desarrollo aeroespacial del S. XXI.

La transformación tecnológica asociada a sistemas complejos de desarrollo convergente al ámbito aeroespacial, implica considerar el carácter adaptativo requerido para explotar nuevos acercamientos hacia las capacidades y conceptos operacionales de la esfera militar, derivados del uso combinado de nuevas y antiguas formas organizacionales y tecnologías, con el ánimo de anticipar los novedosos o permanentes desafíos u oportunidades operacionales y estratégicos que desactualizan y desfasan los métodos de conducción de la guerra previamente conocidos (Dombrowski & Ross, 2008, pp. 15-16). Tal contexto es propiciado por la potencia de la digitalización de carácter transversal, que difumina las fronteras de evolución sectorial, y potencia la diversificación competitiva de carácter multidisciplinar. Dicha transformación para el ámbito de Defensa nacional implica la adopción a patrones dinámicos, en los que el Estado, la ciencia y la industria en conjunto amplían el desarrollo de capacidades militares acordes a las prácticas de innovación (Merindol & Versailles, 2020, p. 4). Por lo tanto, todo desarrollo espacial sin distinción está sujeto a tal tipo de relación.

Vale entonces la pena observar cómo la conducción de la guerra del siglo XXI se entrelaza con las características de la 4RI. Desde la óptica militar, cualidades como el impulso de la innovación son definidas dentro de tres ámbitos **1. Competición militar entre Estados; 2. Producción diferenciada y 3. Complejidad tecnológica** (Fauconnet, 2019). Por ende, una construcción estratégica para el ámbito aeroespacial exige la preparación de capacidades críticas acordes a los desafíos explícitos y emergentes del contexto multipolar del sistema internacional, donde hay situaciones como la aceleración de oportunidades de cooperación y escenarios de competencia, desde las cuales se modula una potencial conducción de intereses estratégicos de los actores Estatales, mediante la conducción de sus capacidades bélicas.

Por lo tanto, el carácter político y el tecnológico se encarga de alterar las estructuras económicas e institucionales sobre las cuales reposa la innovación del sector defensa, así como la ampliación de la complejidad del conocimiento en materia tecnológica, empuja a proveedores militares, compañías del sector defensa y agencias Estatales en adaptar la provisión de servicios frente a las demandas de sus clientes. Es así como, para el desarrollo aeroespacial es crucial la consideración de variables técnicas, tecnológicas y subjetivas que obedecen a transformaciones y necesidades esenciales para el presente y los siglos venideros.

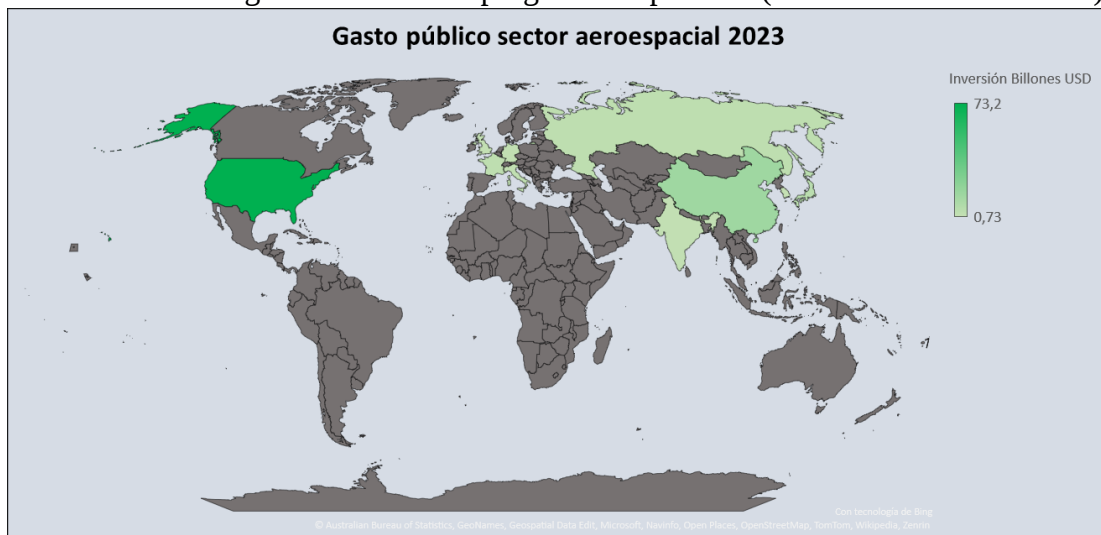
El relacionamiento entre ciencia y tecnología cumple un arquetipo de alto valor estratégico para las sociedades modernas, en la medida que entre las revoluciones industriales (entendidas como saltos técnicos de progreso frente a situaciones o vacíos de información por despejar mediante la ciencia) y el desarrollo capitalista que permite

destinar recursos para la preparación de las innovaciones del mañana, emerge el impulso por ampliar y explotar las brechas tecnológicas para la derrota de los adversarios, estimulando entonces la relevancia del sector militar como propulsor de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en la actualidad (Harari, 2014, pp. 242-245). Es así como la 4RI representa un ambiente de desarrollo caracterizado por escalas, complejidades, profundidades y grados de transformación sin parangón en la humanidad. Las evoluciones tecnológicas del presente hacen difusas las barreras entre las dimensiones físicas, virtuales y biológicas, representando esto que sus resultados en materia de producción, administración y gobernanza ejerzan efectos disruptivos entre los actores del sistema internacional (Schwab, 2016; Signé & Dooley, 2023).

Dominio aeroespacial, relevancia estratégica y su manifestación en la inversión gubernamental

En efecto, una vez clarificada la dimensión estratégica del espacio, su relación con los avances tecnológicos de la 4RI y el correspondiente poder nacional que confiere la articulación entre revolución militar y tecnológica en un ámbito como el acá estudiado, es importante exponer cifras, que trasladen al lector la dimensión de aquello que se está abordando. El gasto gubernamental actual permite identificar la amplia brecha existente entre Estados Unidos, que representa el 68% de la inversión total conocida para 2023 (107,5 billones de dólares), seguida en segundo lugar por la República Popular de China, con el 13,4% sobre el total de gasto.

Ilustración 1: Gasto gubernamental en programas espaciales (2023 en billones de USD)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Statista (2024)

La expansión del gasto público en el sector espacial, entre los países considerados en la **Ilustración 1**, representa una variación positiva de 2022 (total gasto 94,4 billones de USD) a 2023, del 13,8%. Por su parte, en términos de disparidad de inversión pública, Estados Unidos es el actor con mayor destinación presupuestaria, arrojando una distancia ante

La enorme brecha de lanzamiento de objetos satelitales regionales queda patente frente a los tres principales actores en la materia: **1.** 43 veces inferior a Estados Unidos; **2.** 5.5 inferior a los lanzamientos realizados por el Reino Unido; y **3.** 5.2 detrás de los

efectuados por China. La región no cuenta con un actor protagónico en términos de una *gran constelación de satélites* (conformada por más de 100 satélites activos al servicio de un Estado o una compañía privada), entre tanto la categorización en términos de *constelación intermedia de satélites* (integrada entre 10 a 100 satélites) sólo incluye a Brasil (12 satélites) y Argentina (44 satélites) en órbita.

Evolución avances presencia y capacidades espaciales colombianas

El 17 de abril de 2007, el satélite Libertad-1 se convirtió en el primer objeto colombiano en el espacio, producto de esfuerzos investigativos y de planeación realizados desde 2004 en el seno de la Universidad Sergio Arboleda. El vector tipo *picosatélite*³ desarrollado por iniciativa académica, junto con financiación del sector privado, decantó sus resultados con la puesta en órbita de un artefacto de fabricación nacional, funcional durante un periodo de seis meses en el espacio exterior al culminar la vida útil de sus baterías (Universidad Sergio Arboleda, 2018; Correa, 2017). Aquel primer esfuerzo de territorialización del espacio por parte de Colombia expone la incapacidad del sector público nacional para encaminar dicho objetivo, ante la insuficiencia de respaldo político para financiar en ese entonces la iniciativa. Entre las principales lecciones de aquel lanzamiento pionero, se identifica la relevancia del sector privado y la academia como sectores de desarrollo crítico para adquirir experiencia, aprendizaje, experimentación y capacitación, esenciales para formar individuos y grupos de investigadores con habilidades para estimular la expansión espacial preparando el talento humano nacional.

Antes de ampliar la información respecto a las capacidades y presencia espacial colombiana, es pertinente clarificar el tipo de vectores satelitales existentes con relación a su ubicación orbital (Véase **Tabla 3**). Los satélites nacionales activos tipo LEO (Low Earth Orbit) cumplen con la función de capturar imágenes terrenas de alta resolución, esenciales para el control y vigilancia nacional, así como en el planeamiento de estrategias de política pública a partir de la caracterización visual de áreas remotas o de difícil acceso, a las cuales se suma la necesidad persistente de proveer servicios de telecomunicación estables y efectivos a tales zonas.

Tabla 3: Clasificación tipología órbitas empleadas por los artefactos satelitales

Clasificación	Descripción
GEO Geostationary Earth Orbit	Los satélites en esta órbita están a unos 35,786 kilómetros sobre el ecuador terrestre. Giran alrededor de la Tierra a la misma velocidad que la rotación de la Tierra, lo que les permite permanecer siempre sobre el mismo punto en la superficie de la Tierra. Se utilizan principalmente para aplicaciones de comunicaciones de largo alcance, como transmisiones de televisión por satélite y comunicaciones de voz y datos.
MEO	Los satélites en esta órbita se encuentran a altitudes de entre 2000 y

³ Denominación dada a los satélites cuya masa neta es inferior a 1 kilogramo.

Clasificación	Descripción
Medium Earth Orbit	35,786 kilómetros sobre la Tierra. Se utilizan comúnmente para sistemas de navegación global, como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) estadounidense, GLONASS ruso, BeiDou chino o GALILEO de la Agencia Espacial Europea, así como para aplicaciones de comunicaciones y observación de la Tierra. Tienen un tiempo de vuelo más largo que los satélites en órbita LEO, lo que les permite proporcionar una cobertura global con menos satélites que los necesarios en órbitas más bajas.
LEO Low Earth Orbit	Los satélites en órbita se encuentran a altitudes de unos cientos de kilómetros a unos 2,000 kilómetros sobre la Tierra. Son comunes en aplicaciones de observación de la Tierra, comunicaciones, investigación científica y misiones espaciales tripuladas. Debido a su proximidad a la Tierra, los satélites en órbita LEO tienen tiempos de vuelo cortos y pueden proporcionar una mayor resolución en la observación de la Tierra y una menor latencia en las comunicaciones.

Fuente: Elaboración propia

El propósito funcional de las capacidades satelitales para Colombia refleja el compromiso de la Fuerza Aérea Colombiana-FAC por materializar la infraestructura terrestre y espacial para cumplir con la proyección de interés nacional que implica la territorialización ultraterrestre del país. Tal esfuerzo se concretó el 28 de noviembre de 2018, mediante el lanzamiento de la plataforma satelital FACSAT-1 a 504 kilómetros de la órbita terrestre, con el fin de cumplir con los requisitos propuestos como la toma de imágenes; por su parte el proyecto FACSAT-2 (lanzado en abril de 2023) supuso el salto de desarrollo y propósitos a futuro, mediante la adquisición del dispositivo satelital Chiribiquete como esfuerzo para sostener y aumentar las capacidades humanas y tecnológicas espaciales autónomas del país (Fuerza Aérea Colombiana-FAC, s.f). Para el caso de los dos nanosatélites de observación operados por la FAC, la alianza estratégica con la compañía danesa GomSpace, estipuló el camino la transferencia tecnológica para el futuro desarrollo de plataformas satelitales elaboradas en territorio nacional.

Estos tipos de satélites representan un salto adelante en términos de funciones, permanencia en el espacio, intenciones Estatales y capacidades con respecto al vector Libertad-1. Los dispositivos tipo Cubesat nanosatélite son un avance que en términos de vida útil (entre 3 a 5 años por aparato) y peso aproximado (4 kilogramos), simbolizan la capacidad nacional para: **1.** Iniciar el cierre de la brecha tecnológica y de conocimientos, a partir de recursos físicos como la Estación de Control Terreno *Centro de Operaciones Especiales-SPOC*, localizado en la ciudad de Cali y la sistematización de los datos capturados por los sensores instalados en ellos, **2.** Recursos de capital humano desarrollados a partir del monitoreo y recepción de funcionamiento en órbita de los dispositivos FACSAT, y **3.** Desarrollo y ejecución de capacidades autónomas para la toma de imágenes terrestres con el objetivo de brindar orientación en la toma de decisiones en

ámbitos como la agricultura, la gestión del riesgo, la identificación de puntos de extracción de yacimientos ilícitos o la generación de alertas que atenten contra la seguridad y defensa de la nación (Álvarez & Corredor, 2021, pp. 55-56).

Por lo tanto, el imperativo estratégico nacional en materia satelital se caracteriza por el desarrollo enfocado en el aprendizaje tecnológico y de talento humano requerido para acortar distancias ante proyectos de similar intención efectuados por adversarios en la región norte de América del Sur y Centro América. La claridad estratégica para algunos tomadores de decisión sobre las ventajas e importancia que representa contar con vectores de observación propios y con posibilidades de expansión en términos de capacidad y cantidad, son puntos limitantes que se conjugan con aspectos como la limitación presupuestal para emprender estos proyectos, y la consecuente distancia entre estas actividades y la percepción ciudadana sobre su efectividad y funcionalidad para resolver problemas prácticos en la realidad nacional.

En líneas generales, el propósito estratégico de la generación FACSAT implica que, mediante la operacionalización en términos de concientización política, social y de Defensa nacional, se escale hacia la expansión de la presencia ultraterrestre. Ello creando una constelación satelital propia (superior a 10 vectores), para consolidar la permanencia espacial y su uso del activo exterior, en relación con los objetivos del documento CONPES 3983/2020 (Rodríguez et al, 2021, p. 52). Por su parte, el desarrollo contextual que puede explicar el inicio de dichas actividades toma lugar ante la evolución de capacidades por parte de actores como Venezuela o Nicaragua, mediante la alianza con potencias extra-hemisféricas con intereses globales en materia aeroespacial. La labor materializada por el vecino país sudamericano en 2008, y la constante cercanía con el programa espacial chino, refrendado en 2023 mediante la voluntad por hacer parte del programa internacional liderado por la potencia asiática, para la creación de una estación internacional propia, dan cuenta de un potencial cruce de desarrollos y el antagonismo de los respectivos socios globales bajo los cuales cada país efectúa su desarrollo satelital y espacial.

Por lo tanto, la realidad del contexto del siglo XXI depara la expansión de competencia espacial en términos de exploración y explotación, aspectos que pueden deparar riesgos latentes para la integridad territorial del país, máxime si los proyectos adelantados por los adversarios directos de Colombia están orientados bajo entendimientos no democráticos, o con intenciones que en un momento dado, disten del uso pacífico y se acoplen a pretéritas aspiraciones geopolíticas pendientes por ser dirimidas, acudiendo para ello al ejercicio de la fuerza bélica para su materialización. Es allí donde parte de las necesidades estratégicas de Defensa nacional para Colombia pasan por complementar la custodia de soberanía nacional, mediante el desarrollo de sistemas satelitales autónomos estimados para advertir posibles maniobras militares agresivas contra el territorio nacional, considerando escenarios de reacomodación geopolítica internacional, con efectos sobre puntos de frontera en disputa con Estados como Venezuela o Nicaragua, en virtud de las alianzas internacionales sostenidas con antagonistas hegemónicos al poder estadounidense.

Visión a futuro, retos y desafíos capacidades aeroespaciales en Colombia

A nivel estratégico colombiano, los desarrollos propios y sostenibles comprenden la necesidad por brindar una cobertura segura, mediante el resguardo de la territorialización espacial nacional, ante potenciales escenarios de conflicto con países vecinos por el uso y disposición de vectores satelitales. Tal situación requiere que, en términos de Gran Estrategia, sean explotadas en su totalidad, las ventajas geopolíticas y geoestratégicas para atraer la atención de actores preponderantes en el ámbito tecnológico espacial, a la par que el proceso adquiera facultades autónomas para aprovechar las condiciones territoriales que comprende la ubicación de bases terrenas y de lanzamiento de objetos espaciales próxima a la línea ecuatorial. En paralelo, tal desarrollo debe asumir la preservación del interés político colombiano, caracterizado por el desarrollo pacífico de las actividades ultraterrestres.

A continuación, se identifican nueve categorías resultantes del ejercicio de consulta a expertos temáticos en el ámbito de proyección aeroespacial en materia de Defensa nacional.

Tabla 4: Matriz hallazgos retos y desafíos identificados por expertos temáticos consultados

Categoría	Retos	Desafíos
Legitimidad y humanización de la Seguridad	Integrar perspectivas de seguridad con impacto sobre amenazas bélicas, alimentarias y ambientales. Consolidación de acciones visibles ante la población, que justifiquen el gasto-inversión satelital ante los beneficios sociales percibidos.	Adaptar las operaciones aeroespaciales para abordar necesidades humanas, como la gestión de desastres naturales y la identificación de oportunidades de mejora para la calidad de vida de poblaciones vulnerables.
Capacidades Tecnológicas y Medioambientales	Utilizar tecnologías aeroespaciales para prevenir y mitigar desastres naturales y mejorar la gestión del territorio y los recursos naturales.	Desarrollar y aplicar tecnologías avanzadas para monitorizar y proteger el medio ambiente, contribuyendo a la seguridad alimentaria y la salud pública.
Cambio de Paradigma en Seguridad y Defensa	Superar la noción tradicional de seguridad centrada exclusivamente en amenazas bélicas.	Transformación capacidades de las Fuerzas Militares para incluir estrategias desde una visión más holística y proactiva de la seguridad nacional.
Posicionamiento y Autonomía en el Contexto Multipolar	Posicionar a Colombia como un actor relevante y autónomo en el ámbito aeroespacial dentro del contexto global multipolar.	Aprovechar las capacidades aeroespaciales para ganar legitimidad y reconocimiento internacional, promoviendo la cooperación y apoyo de diferentes

Categoría	Retos	Desafíos
		hegemonías globales.
Presencia y Proyección Regional	Consolidar capacidades disuasorias creíbles, sostenibles y reales en todo el territorio nacional mediante el apoyo de una constelación satelital.	Establecer un marco operativo que permita a la Fuerza Aérea ser percibida como una entidad disuasoria y protectora en cada región del país, adaptándose a las necesidades y valores específicos de cada comunidad.
Interagencialidad y Sinergias	Promover la cooperación entre diferentes agencias y sectores para una respuesta integral a las amenazas multidimensionales.	Desarrollar sinergias operacionales con otras fuerzas y agencias para abordar la seguridad desde una perspectiva multidimensional.
Capacidades Aeroespaciales Estratégicas	Implementar una constelación de satélites de observación terrestre para monitorear el territorio nacional.	Desarrollar y desplegar radares espaciales para rastrear objetos en órbita y establecer un sistema satelital de navegación propio para garantizar autonomía en datos de posicionamiento.
Fortalecimiento de la Defensa Nacional	Enfrentar la persistencia de amenazas como la articulación transaccional entre grupos armados organizados y actores Estatales extranjeros.	Fortalecer las capacidades de ciberdefensa para proteger los sistemas espaciales contra ataques cibernéticos, e implementar reformas estructurales para profesionalizar al personal militar y adquirir tecnología avanzada.
Innovación y Cooperación Internacional	Superar la dependencia de sistemas extranjeros en materia de defensa y seguridad.	Fortalecer la cooperación satelital internacional con aliados estratégicos y diversificar relaciones en seguridad e inteligencia.

Fuente: Elaboración propia.

La matriz revela una convergencia significativa en la importancia de fortalecer las capacidades aeroespaciales estratégicas de Colombia, particularmente en el desarrollo de satélites de observación terrestre, radares espaciales y sistemas de navegación propios, subrayando la necesidad de autonomía en defensa y seguridad. Asimismo, se identifica una coincidencia en la urgencia de enfrentar amenazas recurrentes en la seguridad colombiana (narcotráfico, delincuencia organizada y las ciberamenazas), para lo cual se requiere una modernización integral de las Fuerzas Armadas y la incorporación de nuevas tecnologías. Por otro lado, los puntos de menor convergencia residen en las estrategias de humanización de la seguridad y la relación con la población, donde una de las entrevistas destaca la

integración de enfoques no bélicos y la legitimidad a través de acciones civiles, mientras que otras se centran más en el desarrollo tecnológico y la cooperación internacional. Esta diversidad de enfoques sugiere la necesidad de un equilibrio entre tecnología avanzada y estrategias humanitarias para una seguridad integral.

Por lo tanto, para asegurar la materialización de la visión estratégica colombiana a partir del compendio de retos y desafíos, se debe profundizar el acercamiento ante socios globales democráticos, cuyas capacidades espaciales de vanguardia sean garantía para el desarrollo de los intereses espaciales colombianos, en un entorno regional con gobiernos autoritarios de corte agresivo. Los usos pacíficos satelitales bajo tal óptica de estructuración política-estratégica implican la preparación de capacidades para la Defensa nacional, que atiendan el ítem de resguardo territorial para anticipar eventuales movimientos hostiles provenientes del extranjero.

Ahora bien, la realidad presupuestal nacional plantea junto con la conservación de una visión política estable y sólida dentro de parámetros democrático-liberales, dos retos contundentes para la proyección de capacidades aeroespaciales colombianas a futuro. La adecuación funcional espacial debe acompañarse por la atracción de participación privada y la apertura a la Inversión Extranjera Directa-IED, articulada con alianzas gubernamentales estratégicas para compartir plataformas y recursos para acelerar la asimilación de lecciones espaciales por parte del personal que trabaja en el proyecto FACSAT y su proyección para construir el satélite 100% mano de obra nacional para 2030, y la aspiración por llevar al primer tripulante espacial colombiano a 2042. La Ley 2302 de 2023 estipula tal situación, en la que desde el Estado y mediante la supervisión del Ministerio de Defensa nacional y la FAC, estimulan la incursión de personas jurídicas y naturales, de carácter público o privado, para incentivar la exploración espacial y las actividades que involucren actividades ultraterrestres.

Por lo tanto, la sostenibilidad de las acciones espaciales colombianas implica el desafío dual por garantizar autonomía presupuestal y estratégica dentro de las prioridades políticas que mutan entre cada periodo de gobierno. En su aspecto técnico y operativo, los desarrollos requeridos para la evolución espacial colombiano exigen la ampliación de capacidades de big data o la articulación con dispositivos Internet de las Cosas-IdC, junto con la adopción de sistemas micro-electromecánicos para la función eficiente de futuras constelaciones satelitales de pequeño tamaño (Rodríguez et al, 2021). Junto con tal propósito, el acercamiento estratégico implica toma de decisiones de dos vías, entre profundizar los vínculos sostenidos con la NASA o la ESA para la evolución de capacidades y el futuro aprovechamiento de la posición territorial nacional como activo estratégico espacial, o la inclinación hacia potencias extra-hemisféricas con concepciones diferenciales sobre el conjunto de valores políticos aunados a la transformación de las relaciones de poder a nivel global.

Conclusiones.

La posición estratégica colombiana ante el uso del recurso espacial como garante de la Defensa nacional, contempla como primer esfuerzo sostenible hacia el futuro, aquél representado por el programa FACSAT liderado por la Fuerza Aérea Colombiana-FAC, siendo a su vez el aporte más destacable en términos de evolución en capacidades de Defensa, a partir de la preparación de capacidades autónomas para el orbitaje de artefactos satelitales para la observación terrestre, la recepción de datos o la consolidación funcional del Centro de Operaciones Especiales-SPOC, así como demás aspectos derivados de su operación (interoperabilidad, conocimiento y transferencia de tecnología espacial).

Dicho desarrollo apunta a posicionar capacidades espaciales estratégicas de mayor autonomía, que impacta en la preparación de ciencia y tecnología en Colombia, a partir de la sinergia entre el sector privado y público, de ámbito civil y militar. No obstante, se identifica la persistencia de desafíos y retos como el financiamiento de los costes derivados del desarrollo aeroespacial, lo cual requiere traducir tales necesidades de Defensa nacional, como factor de atractivo político y electoral, desde los cuales se contemple la relevancia y pertinencia por estimular la sinergia presupuestal con el sector privado, para equilibrar los requerimientos presupuestarios; así mismo las aspiraciones materiales estipuladas por la FAC en cuanto preparación de una constelación de satélites colombianos o el posicionamiento del primer connacional en el espacio, exigen la atención de los riesgos institucionales para el Estado colombiano, en cuanto asegurar la progresión de tales capacidades, como programa permanente cuyo fin primordial sea el resguardo del activo ultraterrestre colombiano hacia el futuro.

Por su parte, como elementos de relevancia estratégica observables en el desarrollo de capacidades aeroespaciales, se identifica el factor de la preparación tecnológica, como eslabón sustancial para asegurar el desarrollo de capacidades disuasorias y sostenibles desde el ámbito espacial, que contribuyan al resguardo del territorio nacional, en anticipación frente a amenazas multidimensionales de carácter kinético, no kinético o híbridas. De esta manera, considerando la condición indispensable de los desarrollos aeroespaciales en el contexto multipolar en reacomodación, en sintonía con la necesidad del país por recurrir a mecanismos defensivos capaces de contribuir a la seguridad del territorio y sus ciudadanos, se puede caracterizar parte de la relevancia estratégica del desarrollo aeroespacial colombiano. De esto se desprenden elementos como la contribución a la generación de talento humano y mejora de la calidad de vida, sea desde la aportación a las capacidades de resguardo de la seguridad, o la dinamización de los flujos económicos y tecnológicos especializados que requiere tal desarrollo.

En cuanto a avances en Defensa nacional, la presencia en el dominio ultraterrestre iniciada con el programa FACSAT y su continuidad hacia la construcción y lanzamiento del primer satélite 100% colombiano (2030), implica la concientización situacional sobre los riesgos, en medio del entorno anárquico internacional, potenciado en el marco competitivo entre bloques de poder e identidades culturales en curso de colisión, que

pugnan por la hegemonía global. Por ende, entre las acciones a considerar para el ámbito de Defensa a cargo de la FAC vinculadas con el desarrollo del primer viaje espacial de un connacional para 2042, se afrontan desafíos como la observación de los efectos normativos internacionales derivados del impacto geoestratégico en el que se sitúan las potencias globales espaciales, así como las adecuaciones suscitadas la participación de actores privados en misiones espaciales, con capacidades que a su vez representen oportunidades y riesgos para la Defensa nacional.

Entre tanto, proyectos y actividades plasmadas en el escenario latinoamericano y el posicionamiento de intereses estratégicos de las potencias antagonistas en la carrera espacial del siglo XXI, retrotraen los principios de la teoría de la Guerra Multidominio y Mosaico, desde la óptica estratégica alusiva a qué tipo de socio de desarrollo jalone la adecuación de equipos, preparación de personal y respaldo técnico requerido para el mantenimiento de vectores espaciales, efectuados por desarrolladores chinos u estadounidenses. Allí, las afinidades políticas entre los tomadores de decisiones latinoamericanos y sus socios satelitales se encargarán de priorizar (y facilitar) el acceso al uso de los privilegiados territorios próximos al eje ecuatorial, como puntos base para la cobertura de observación satelital y el futuro lanzamiento de artefactos espaciales desde bases allí localizadas.

Finalmente, entre las consideraciones estratégicas de Defensa categorizadas se advierte la necesidad por sostener e incrementar las capacidades satelitales nacionales, con relación a los desarrollos efectuados por adversarios regionales en la materia como Venezuela y Nicaragua, considerando la centralidad de sus proyectos espaciales en torno China, derivándose de ello posibles factores de inestabilidad regional frente al antagonismo presentado en la senda de desarrollo espacial colombiano respaldado por Estados Unidos. Adicionalmente, considerando un eventual escenario bélico (Ej. maniobras militares venezolanas en la frontera con Guyana), para redefinir puntos de frontera terrestre y marítimos en controversia, se erige una señal de atención, tanto para la integridad territorial nacional hacia el futuro, como por el papel que suponga el uso de dichas capacidades en contextos de conflictividad con potencial de escalamiento hacia algún tipo de enfrentamiento, sea de carácter simétrico, híbrido o asimétrico.

Bibliografía

- Álvarez, C. E., & Corredor, C. G. (Eds.). (2021). El cielo no es el límite: el futuro estelar de Colombia: El espacio exterior una oportunidad infinita para Colombia. Volumen 2 [Segunda Impresión]. Sello Editorial ESDEG. <https://doi.org/10.25062/9789584288905>
- Conde, J. H. (2022). El derecho aeroespacial y su desarrollo en el Estado colombiano. En J. H. Conde (Ed.), Visión aeroespacial colombiana (pp. 108–123). Sello Editorial ESDEG. <https://doi.org/10.25062/9786287602229.04>

- Correa, M. X. (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. <https://doi.org/10.19053/01233769.7130>
- De Sena, P. R. (2012). Defesa E Soberania Na Amazônia: Um Estudo Sobre O Sipam/Sivam [Universidade Federal Do Para]. <https://ppgcp.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/PAULO-ROBERTO-SENA-J%C3%9ANIOR.pdf>
- Dombrowski, P., & Ross, A. L. (2008). The revolution in Military Affairs, transformation and the defence industry. *Security challenges*, 4(4), 13–38. <http://www.jstor.org/stable/26459804>
- Fauconnet, C. (2019). Evolution of the aerospace and defence innovation model: Intensifying science and technology relationships. En *Disruptive Technology and Defence Innovation Ecosystems* (pp. 31–57). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119644569.ch2>
- Freeland, S. (2014). The Laws of War in Outer Space. En K.-U. Schrogl, P. L. Hays, J. Robinson, D. Moura, & C. Giannopapa (Eds.), *Handbook of space security: Policies, applications and programs* (pp. 81–112). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2029-3>
- Fuerza Aérea Colombiana-FAC. (s.f). FACSAT-Antecedentes. fac.mil.co. Recuperado el 10 de abril de 2024, de <https://poderespacial.fac.mil.co/es/facsat/antecedentes>
- Giraldo, H. F., & Cabrera, F. (2020). Los intereses nacionales de Colombia y su protección: el desafío para una estrategia de seguridad nacional. En *Identidades intereses nacionales de Colombia* (pp. 79–114). Escuela Superior de Guerra. <https://doi.org/10.25062/9789585250499.02>
- Harari, Y. (2014). Parte IV La revolución científica. En *Sapiens. de Animales a Dioses: Breve Historia de la Humanidad* (pp. 230–255). Debate.
- Klein, J. (2004). A maritime model for strategic space theory. *Naval War College Review*, 57(1), 59–75. <http://www.jstor.org/stable/26394066>
- Madhani, A., & Miller, Z. (2024). Russia has obtained ‘troubling’ emerging anti-satellite weapon, US says. AP News. https://apnews.com/article/russia-anti-satellite-weapon-threat-technology-2880f9c55122dcafe87188bc92dd6cde?taid=65ce6852a16ddd00014b8dfd&utm_campaign=TrueAnthem&utm_medium=AP&utm_source=Twitter
- Merindol, V., & Versailles, D. W. (2020). The (r)evolution of defence innovation models: Rationales and consequences. *Armament Industry European Research Group*, 60. <https://www.iris-france.org/wp-content/uploads/2020/07/ARES-60.pdf>

- Naciones Unidas. (2002). Tratados y principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre. <https://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf>
- Páramo, D. (2020). Investigación cualitativa: una aproximación básica. En D. Páramo, C. S. Jesús, & L. M. Maestre (Eds.), Métodos de investigación cualitativa. Fundamentos y aplicaciones (pp. 11–37). Editorial Unimagdalena. <https://books.google.at/books?id=DH4qEAAAQBAJ>
- Perkins, G. D. G. (2018). Impulsando el cambio para ganar en el futuro. Army.mil. <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/Spanish/Perkins-batalla-multidominio-1.pdf>
- Pulido, G. (2021). Guerra multidominio y mosaico el nuevo pensamiento militar estadounidense. Catarata.
- Robayo, R. A. (2019). Cohetes tipo sonda con fines científicos, tecnológicos y militares: una oportunidad para su desarrollo en la EMAVI-FAC. En Fuerza Aérea Colombiana Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez” (Ed.), Ciencia, Gestión e Ingeniería en el Desarrollo Aeroespacial. Comando Grupo Académico Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez”. <https://cdn227724.fac.mil.co/sites/emavi/files/2023-02/Ciencia%20Gestion%20e%20Ingenieria-Memorias.pdf#page=49>
- Rodríguez Pirateque, G. W., Páez Piñeros, J. C., & Sofrony Esmeral, J. (2021). Satellite Systems for Colombian Space Development with Multi-domain Operations. Ciencia y Poder Aéreo, 16(2), 46-59. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.732>
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Signé, L., & Dooley, H. (2023). How space exploration is fueling the Fourth Industrial Revolution. Brookings. <https://www.brookings.edu/articles/how-space-exploration-is-fueling-the-fourth-industrial-revolution/>
- Silva, C. F., Corredor, C. G., & Álvarez, C. E. (2021). Análisis de la política espacial colombiana: una perspectiva de defensa y seguridad. En C. E. Álvarez & C. G. Corredor (Eds.), El cielo no es el límite: el futuro estelar de Colombia: El espacio exterior una oportunidad infinita para Colombia. Volumen 2 [Segunda Impresión] (pp. 61–94). Escuela Superior de Guerra. <https://doi.org/10.25062/9789584288905.08>
- Sloan, E. (2016). Modern Military Strategy An Introduction. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315740034>



- Starling, C. G., & Massa, M. J. (2024). Russian nuclear anti-satellite weapons would require a firm US response, not hysteria. Atlantic Council. <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/russian-nuclear-anti-satellite-weapons-would-require-a-firm-us-response-not-hysteria/>
- Statista. (2024). Global governmental spending on space programs of leading countries 2023. Statista. <https://www.statista.com/statistics/745717/global-governmental-spending-on-space-programs-leading-countries/>
- Taliaferro, J. (2001). Security Seeking under Anarchy: Defensive Realism Revisited. *International Security*, 25 (3): 128–161. doi: <https://doi.org/10.1162/016228800560543>
- United Nations Office for Outer Space Affairs. (2024) – with major processing by Our World in Data. “Annual number of objects launched into space – UNOOSA” [dataset]. United Nations Office for Outer Space Affairs, “Online Index of Objects Launched into Outer Space” [original data]. Retrieved March 3, 2024 from <https://ourworldindata.org/grapher/yearly-number-of-objects-launched-into-outer-space>
- Universidad Sergio Arboleda. (2018). Satélite Libertad 1. Universidad Sergio Arboleda. <https://www.usergioarboleda.edu.co/satelite-libertad-1/>
- Zabecki, D. (2004). Operational art and the German 1918 offensives [Cranfield University]. <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/3897>