

El espacio como nuevo terreno geopolítico: satélites, conflictos y conciencia situacional espacial

ALUÍSIO VIVEIROS CAMARGO
CORONEL DE AVIACIÓN MARCELLO CORRÊA DE SOUZA
FUERZA AÉREA BRASILEÑA

Introducción

Desde los albores de la era espacial hasta la llegada de los vuelos orbitales comercializados y las constelaciones de satélites privados, los acontecimientos en el espacio exterior son cada vez más relevantes para la sociedad.¹ Junto a la competencia de grandes potencias, el entorno aeroespacial —un nuevo concepto de territorio y el creciente impacto de la economía espacial— influye en la geopolítica.² Las actividades espaciales se han convertido en una dimensión crítica de poder, influencia y fuerza para la seguridad y la defensa de muchos países, y son un factor clave en el ámbito geopolítico contemporáneo.³

Las actividades espaciales siempre han tenido una estrecha relación con el poder militar. El comienzo de la exploración espacial moderna coincidió con el final de la Segunda Guerra Mundial y con el rápido desarrollo de la tecnología de lanzamiento de cohetes por parte del ejército.⁴ Esto se debió a la similitud entre el desarrollo de vehículos de lanzamiento de cohetes y misiles balísticos (capaces de transportar armas con gran poder destructivo).⁵ Las actividades militares en el sector espacial se expandieron y consolidaron en la década de 1950, y evolucionaron en consonancia con la política internacional, especialmente ante la relación beligerante entre Estados Unidos y la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).⁶

Los países y las entidades privadas están superando las barreras tecnológicas y financieras para acceder al espacio exterior, lo que permite una mayor participación en la fabricación de satélites, vehículos de lanzamiento, exploración espacial y misiones tripuladas.⁷ Sin embargo, si bien esos avances tecnológicos y científicos brindan nuevas oportunidades, también introducen riesgos sin precedentes para los servicios vinculados con el espacio exterior.⁸

Al reconocer las ventajas de las operaciones basadas en el espacio exterior, muchas naciones continúan aumentando su inversión en capacidades, y este esfuerzo está destinado a comprometer la capacidad estratégica de otros para hacer lo

mismo. El uso militar de recursos espaciales para funciones como la inteligencia, la vigilancia, el reconocimiento, las comunicaciones y la navegación es una realidad indiscutible.⁹ El aumento de nuevos actores en el ámbito espacial, como China e India, pone de relieve el creciente papel del espacio exterior en la geopolítica global.¹⁰ Estos nuevos actores están realizando inversiones sustanciales en infraestructura y tecnologías espaciales, con el objetivo de fortalecer su influencia geopolítica y su defensa nacional.¹¹

En este contexto, la aplicación de la *conciencia situacional espacial* (o SSA, por sus siglas en inglés) se ha convertido en un campo de estudio vital, que permite a las naciones supervisar y comprender el entorno espacial, además de mejorar su capacidad para detectar, rastrear e identificar objetos espaciales.¹²

Geopolítica espacial

La influencia de la exploración espacial en la política exterior

La geopolítica espacial se ha convertido en una estrategia general dentro del ámbito internacional, ya que la dominación y la exploración del espacio exterior son factores fundamentales en las estrategias y políticas de los estados.¹³ En esencia, la teoría del poder espacial destaca la creciente relevancia del espacio en la dinámica estratégica global.¹⁴ Las capacidades espaciales, antes dominadas por unas pocas superpotencias, ahora se consideran herramientas esenciales de disuasión, comunicación y dominio, incluso para los países en desarrollo.¹⁵

Michael Sheehan sugiere que, al asumir un papel cada vez más crítico en el entorno de poder nacional, las actividades espaciales han llegado a determinar el curso de los conflictos armados y el equilibrio de fuerzas en el ámbito geopolítico internacional:

Un estudio de la política espacial internacional permite corregir la idea de que los programas espaciales son burocracias impulsadas por la ciencia que, de alguna manera, resultan ajenos a las realidades más duras de la política. Además, también revela estudios de casos sobre temas que son familiares en otras dimensiones de las relaciones internacionales. Tanto en el espacio como en la Tierra, vemos el poder político de la ideología y el nacionalismo; el uso de la propaganda y la ayuda al exterior, la centralidad de los problemas de “seguridad nacional” y la búsqueda de esa seguridad mediante la adquisición de capacidades militares, las tensiones entre los estados más ricos e industrialmente avanzados y los países más pobres del “sur”, los esfuerzos por utilizar la integración de las políticas nacionales para promover la unidad de Europa, la evolución de la comprensión de la seguridad para abarcar dimensiones sociales, medioambientales y económicas, etc. Hay pocos rasgos de la política mundial contemporánea (si es que hay alguno) que no tengan su eco en el uso del espacio.¹⁶

Por lo tanto, es fundamental reconocer el papel militar en la exploración espacial. En *Modern Strategy*, Colin Gray explora el ámbito evolutivo de la estrategia, destacando sus intrincadas dimensiones en contextos contemporáneos y futuros.¹⁷ La forma en que enfatiza la interrelación entre la política y la imprevisibilidad de la naturaleza y estrategia humanas es especialmente relevante, en resonancia con la perspectiva de Clausewitz de la guerra como una extensión de la política a través de otros instrumentos. Al comparar las limitaciones de la estrategia moderna con los principios centrales de Clausewitz, Gray subraya la continuidad del pensamiento estratégico y su importancia crucial en los diversos teatros de hostilidades:

La estrategia es el puente que relaciona el poder militar con el propósito político; no es ni el poder militar per se ni el propósito político. Por estrategia, entiéndase el uso de la fuerza y la amenaza de la fuerza para fines políticos. Se trata de una adaptación de Clausewitz, aunque ciertamente no una adaptación de su propósito inequívoco. En *De la guerra*, Clausewitz proporciona una definición admirablemente concisa y sucinta, aunque aparentemente limitada: “La estrategia [es] el uso de intervenciones con fines bélicos”. La definición de Clausewitz es superior [...] Su definición tiene una orientación operativa, incluso de campo de batalla [...] nos dice que la estrategia es el uso de amenazas tácitas y explícitas, así como de batallas y campañas reales, para promover fines políticos. Además, la estrategia en cuestión puede no ser la estrategia militar; más bien, puede ser una gran estrategia que utiliza “intervenciones”, es decir, todos los instrumentos de poder relevantes como amenaza o acción, para los objetivos del arte de gobernar.¹⁸

La relación entre las iniciativas espaciales y la política global es simbiótica.¹⁹ Aunque los gobiernos financian misiones espaciales para proyectar su influencia nacional, la dinámica de poder entre las naciones no solo forma los sistemas económicos espaciales, sino también la dinámica del propio poder estatal.²⁰

Daniel Blinder afirma que el poder político está intrínsecamente vinculado al estado moderno, definido por su “unidad de soberanía territorial [...] y por la búsqueda de un mayor poder más allá de sus fronteras”; y que el avance de las capacidades tecnológicas espaciales, incluso por parte de entidades privadas, tiene el potencial de impactar y transformar el panorama estratégico de varias potencias mundiales.²¹ Desde esta perspectiva, Blinder indica que, incluso si las “rivalidades geopolíticas” impulsan a las naciones a invertir en el espacio exterior en busca de innovaciones científicas y tecnológicas, la aparición de nuevas potencias espaciales está intrínsecamente vinculada a cuestiones políticas, económicas y militares. Sin la autonomía estratégica que ofrece el espacio, Europa no podría consolidarse como una potencia geopolítica significativa, esencial para garantizar su seguridad y defensa.²²

Estados Unidos es un claro ejemplo de cómo la adaptabilidad ante las transformaciones tecnológicas que conlleva el avance más allá de la órbita terrestre es necesaria para competir, disuadir y prevalecer en un contexto de seguridad polifacético marcado por una intensa competición geopolítica, especialmente con actores como China y Rusia. Esto implica cambios en las políticas, estrategias, operaciones, inversiones y en el desarrollo de capacidades y conocimientos especializados para proyectar poder en un escenario estratégico sin precedentes:

Las capacidades basadas en el espacio son esenciales para la vida moderna en Estados Unidos y en todo el mundo, y garantizan la disponibilidad de estos componentes indispensables del poder militar estadounidense. Las capacidades son fundamentales para establecer y mantener la superioridad militar en todos los dominios espaciales, y para promover la seguridad y la prosperidad económica de Estados Unidos y del mundo. Sin embargo, no es un santuario para los contraataques, y los sistemas espaciales son objetivos potenciales en todos los niveles de conflicto. En particular, China y Rusia representan la mayor amenaza estratégica debido al desarrollo, ensayo y despliegue de capacidades antiespaciales y a su doctrina militar asociada para el empleo en conflictos que se extienden al espacio. China y Rusia han armado el espacio para reducir la eficacia militar de Estados Unidos y sus aliados, y desafiar nuestra libertad de operación en el espacio.²³

Es evidente que la expansión y la diversificación de las actividades espaciales atribuyen un carácter esencial a las iniciativas estatales en este sector. En consecuencia, estas actividades están cada vez más vinculadas al concepto de poder nacional de un país. Además, el entorno global actual, marcado por el conflicto entre Rusia y Ucrania, muestra un aumento significativo en el uso, por parte de varias naciones, de sistemas militares anclados en el espacio, particularmente para fines de posicionamiento, inteligencia, comunicación y alerta rápida de lanzamientos de misiles. Incluso se puede añadir la adopción de un concepto controvertido de actividad militar en el espacio: el uso de armas antisatélites, entre otros. Todos estos avances tienen el potencial de redefinir por completo el concepto actual de guerra moderna.²⁴

“Así como el petróleo fue el combustible de la era industrial, el espacio será el combustible y el motor de la era de la información”.²⁵ Con esta rotunda afirmación, procedente de un atento observador de las constantes transformaciones que los conceptos de guerra moderna han sufrido en las últimas décadas, el general Howell Estes, comandante del Comando Espacial de Estados Unidos de 1996 a 1998, supo sintetizar hábilmente la importancia de la geopolítica espacial.

Según Daganit Paikowsky, todos los patrones de la guerra moderna en la era de la información, a diferencia de las guerras de la era industrial, se basan mucho más en la calidad que en la cantidad.²⁶ En este caso, la calidad equivale a la superioridad

de la información obtenida, principalmente, al operar en el espacio exterior. Aunque el espacio no es el único factor, se trata de un elemento central para el concepto de guerra basado en la información y el conocimiento, por lo que ha impulsado importantes inversiones en investigación y desarrollo. Esto también ha ampliado la posibilidad de que los conflictos tengan repercusiones en la esfera espacial, ya que un número cada vez mayor de naciones recurren a los recursos espaciales para apoyar una gran variedad de actividades.²⁷ En esta coyuntura, el dominio del espacio se percibe como esencial para adquirir poder, ya sea militar, económico o geopolítico, con implicaciones considerables y profundas en la escena global.²⁸

La aparición de nuevos actores en la geopolítica espacial

Si bien Estados Unidos y la antigua URSS han sido los pioneros en el crecimiento de las actividades espaciales en las últimas seis décadas, los avances tecnológicos y el abaratamiento de los costes han hecho posible que otras naciones desarrollen capacidad y autonomía en funciones que van desde las comunicaciones y la navegación hasta las transacciones financieras y la observación meteorológica. Su capacidad para realizar estas funciones también les permite ejercer influencia y poder en el ámbito espacial (como se ilustra en la figura 1).

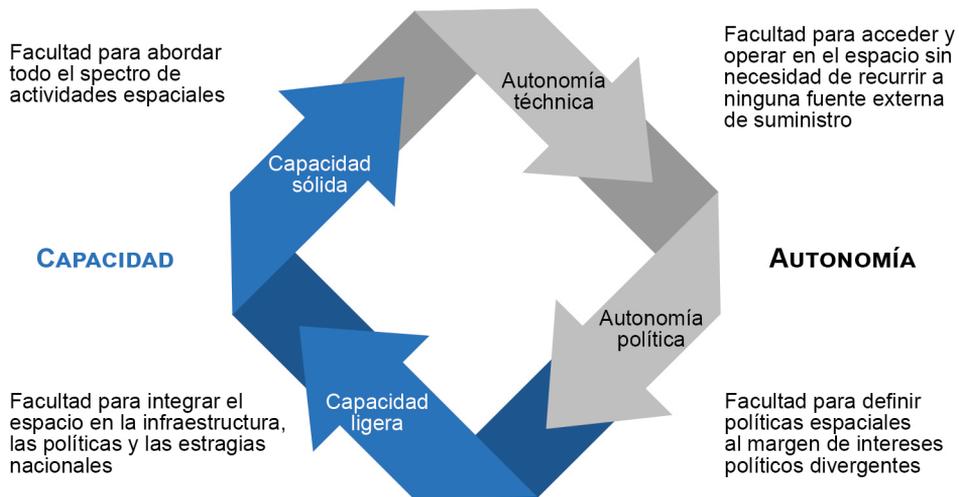


Figura 1. Requisitos de potencia espacial

Fuente: European Space Policy Institute²⁹

A escala mundial, la importancia de las actividades espaciales va en aumento en los ámbitos militar, comercial, medioambiental y científico, entre otros. Esta nueva carrera espacial refleja la creciente comprensión de su importancia estratégica y la

necesidad de desarrollar capacidades espaciales autónomas y sólidas para garantizar la posición de una nación en la escena internacional.³⁰

La carrera por el dominio espacial se alimenta principalmente de la ambición —inicialmente motivada por razones de seguridad— de obtener una posición global como poderosa potencia espacial. Para alcanzar este objetivo, es crucial desarrollar la capacidad de crear una economía espacial con una industria capaz de producir sistemas altamente complejos, como satélites, sondas y lanzadores de cohetes, entre otros; lo que a su vez contribuye a una imagen de poder geopolítico.³¹ Otro aspecto de la carrera espacial, bastante evidente en los últimos años, es la creciente comercialización del espacio exterior con la entrada del sector privado como actor relevante en el mercado espacial mundial.³² El espacio se ha convertido no solo en una rivalidad entre actores gubernamentales, sino también en una rivalidad entre los mayores capitalistas de riesgo privados del mundo, lo que ha desencadenado una nueva era conocida mundialmente como *nuevo espacio*.³³

El entorno espacial mundial abarca un amplio abanico de actores gubernamentales y privados. Para 2035, se prevé que la economía espacial alcance los 1,8 billones de dólares, frente a los 630 000 millones de dólares en 2023, con un crecimiento promedio anual del 9 por ciento.³⁴ Además, el sector espacial desempeña un papel crucial como catalizador para el progreso de otros segmentos vitales de la economía.³⁵ La llegada del *nuevo espacio*, combinada con la percepción de la importancia del dominio espacial para la ambición geopolítica de los actores gubernamentales, ha traído nuevas potencias espaciales que no estaban presentes en el pasado reciente. Países como China e India, potencias reconocidas como económicamente influyentes en sus regiones, han pasado en solo unas pocas décadas de ser actores secundarios en el mercado espacial a considerarse verdaderos gigantes mundiales.³⁶

Según Rajeswari Pillai Rajagopalan, el programa espacial chino se inició a finales de la década de 1950 con ayuda de la antigua URSS, mientras que el indio comenzó en la década de 1960 tras el apoyo de Estados Unidos y Francia.³⁷ Ambos países han recorrido un largo e intenso camino tecnológico por afianzarse en este ámbito, ya que las batallas geopolíticas mundiales han ido implicando cada vez más a las fronteras espaciales:

El surgimiento de China como gran potencia y su rivalidad con otras potencias asiáticas hacen prever una intensa competencia espacial en Asia en los próximos años. Como señalaba Joan Johnson-Freese, profesora de asuntos de seguridad nacional en la U.S. Naval War College, en un artículo de 2014 en la revista espacial ROOM, la imagen, el prestigio y el tecnonacionalismo que caracterizaron la competencia espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética se están convirtiendo en una realidad en Asia hoy en día. Además, existen verdaderas preocupaciones de seguridad nacional que impulsan los programas espaciales asiáticos.³⁸

Un ejemplo de tecnología espacial china es su sistema de posicionamiento global BeiDou, con 35 satélites de navegación conocidos: 27 en órbita media, 5 geostacionarios y 3 en órbitas geosíncronas inclinadas. La constelación del sistema BeiDou es importante para China, ya que elimina una importante vulnerabilidad representada por la dependencia mundial del satélite de posicionamiento global estadounidense y los sistemas europeos GALILEO, de importancia estratégica en caso de conflicto.³⁹ Además, China ya ha emprendido varias misiones espaciales tripuladas, lo que se considera una gran hazaña, anteriormente solo lograda por Estados Unidos y Rusia.⁴⁰

A su vez, los logros de la India en el espacio tampoco pasan desapercibidos. El país ha alcanzado un hito notable en el campo de la exploración espacial al convertirse en la cuarta nación en aterrizar con éxito en la luna, y la primera en aterrizar en su región polar sur, un área de inmenso interés científico. Esta hazaña, tal como señala CleaSimon, no solo simboliza los avances en ciencia e ingeniería, sino que también representa el cúmulo de décadas de trabajo y dedicación por parte de los científicos indios.⁴¹ A pesar de los retos presupuestarios en comparación con gigantes como la NASA y SpaceX, el enfoque y el compromiso de la India con la innovación han mostrado resultados significativos; lo que refuerza la necesidad de un enfoque educativo centrado en la resolución de problemas, el fomento de la creatividad y el emprendimiento ante las limitaciones presupuestarias.

Aunque ninguno de los países mencionados ha hecho declaraciones explícitas, todos sus programas señalan un crecimiento en la carrera espacial global, así como un panorama competitivo aún desequilibrado en la región asiática. Sin tener en cuenta las tensiones geopolíticas pertinentes entre la India y China, es cada vez más evidente que el dominio del espacio exterior puede emerger como un nuevo e importante campo de disputa geopolítica en la región.⁴²

La dependencia militar de los recursos espaciales

El espacio se ha convertido una vez más en el centro de atención de los responsables políticos y del público. Los nuevos descubrimientos cósmicos, unidos a la aparición de nuevas potencias espaciales, cimentan el espacio exterior como un ámbito cargado de matices políticos, económicos e incluso militares.⁴³ La dependencia militar de recursos espaciales para funciones como la inteligencia, la vigilancia, el reconocimiento, las comunicaciones y la navegación es una realidad indiscutible.⁴⁴ Los satélites permiten capacidades que van desde la obtención de información estratégica hasta la orientación precisa de los sistemas de armas y la prestación de comunicaciones seguras y globales. Son la columna vertebral de las operaciones militares modernas.⁴⁵

La guerra del Golfo, a menudo considerada la primera guerra espacial, marcó el comienzo de una nueva era en los conflictos mundiales y el inicio del concepto de guerra moderna.⁴⁶ Desde entonces, se ha producido una gran evolución de las aptitudes militares necesarias para triunfar en el campo de batalla. Como declaraba el secretario de defensa estadounidense, Donald Rumsfeld, esta metamorfosis se guiaba por el principio de luchar con fuerzas más eficientes, rápidas y ágiles, con un mayor poder destructivo. En este contexto, la tecnología, especialmente la espacial, asume una posición destacada en la dinámica de combate.⁴⁷

En palabras del propio Rumsfeld, es posible discernir la magnitud del papel que desempeña el espacio en las operaciones militares de los conflictos contemporáneos:

El espacio está integrado en la forma en que el ejército estadounidense lleva a cabo sus actividades, y desempeña un papel importante en su éxito. En términos simples, la tecnología espacial proporciona a Estados Unidos capacidades de “visión”, “declaración” y “detención” muy superiores a las de cualquier otro ejército. Las capacidades de “visión” son aquellas destinadas a proporcionar, en el lenguaje militar, “percepción situacional universal”, es decir, el poder de superar la niebla de la guerra y obtener una ventaja sobre el oponente al disponer de la información más precisa sobre el entorno de batalla. Las capacidades de “declaración” implican el mando y el control, con la comunicación como elemento clave. Saber lo que está pasando y ser capaz de transmitirlo a las tropas en el frente para el uso efectivo de la fuerza son dos capacidades muy distintas. Las capacidades de “detención” son exactamente lo que parecen, y van desde acciones no letales hasta munición guiada de precisión.⁴⁸

El paradigma contemporáneo de la guerra centrada redes (o NCW, por sus siglas en inglés) representa una de las manifestaciones más llamativas de la militarización en la era de la información, basándose en un conjunto de sistemas denominados C4ISR, cuyas siglas hacen referencia a los conceptos de comando, control, comunicaciones, computadoras, inteligencia, supervisión y reconocimiento. Como afirma Nuno Gonçalo Miguel en su estudio “Sistema de sistemas: ¿El triunfo de la tecnología?”, la aplicación práctica del concepto de NCW es impensable sin el uso de recursos espaciales que proporcionen tales capacidades.⁴⁹

En un estudio sobre la dependencia de la tecnología espacial para las operaciones militares, Engel Pedro Costa muestra que existe una dependencia del uso de las tecnologías espaciales para el éxito en las operaciones militares.⁵⁰ Según Costa, el concepto de integrador de sistemas (del que surge la noción de NCW) también se aplica a la tecnología espacial, donde la acumulación de fuerzas se sustituye por la búsqueda de la acumulación de efectos, afirmando la necesidad de un uso eficiente y eficaz de los recursos. Este concepto se basa en la capacidad de obtener la

superioridad de la información y utilizarla para aprovechar la fuerza y mitigar la incertidumbre en la toma de decisiones.

Por lo tanto, la geopolítica espacial ha surgido como una dimensión central de las relaciones internacionales contemporáneas, reflejo de la creciente importancia del espacio exterior en la dinámica del poder mundial. La teoría del poder espacial, influenciada por conceptos como la destrucción mutua asegurada y el dominio de las líneas de comunicación celestes, revela la complejidad de las interacciones políticas, económicas y militares en el espacio.⁵¹ Esta interacción se ve amplificada por el papel fundamental que desempeñan las actividades espaciales en la configuración de los conflictos armados y el equilibrio de las fuerzas geopolíticas. La militarización del espacio, ejemplificada por el concepto de NCW y su dependencia de los sistemas C4ISR, pone de relieve la inseparabilidad entre la tecnología espacial y la estrategia militar.

Por lo tanto, el espacio no es solo un entorno para la exploración científica, sino que también es un campo de batalla estratégico, donde las naciones tratan de establecer su dominio y asegurar sus intereses. La creciente introducción de nuevos actores en el ámbito espacial, junto con la comercialización del espacio, refuerzan la necesidad de vigilancia y conciencia situacional espacial.

Conciencia situacional espacial (SSA)

Resumen

Según datos de la Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Exterior, en septiembre de 2023 había más de 4550 satélites u objetos espaciales activos en órbita terrestre, gestionados por más de 50 países y entidades multinacionales. De ellos, 2948 estaban en órbita terrestre baja, 1278 en órbita terrestre media y 324 en órbita geostacionaria.

Desde el lanzamiento del primer satélite en 1957 (por parte de la URSS), la órbita terrestre ha ido acumulando desechos resultantes de operaciones rutinarias, accidentes y detonaciones. En las últimas seis décadas, se han producido más de 500 casos de fragmentación, entre desintegraciones, colisiones y explosiones de artefactos espaciales.⁵²

Según Richard Crowther, el creciente número de desechos orbitales artificiales es un problema cada vez mayor que puede suponer un riesgo significativo para la seguridad de las operaciones espaciales.⁵³ El tamaño de los residuos puede variar desde pequeñas partículas hasta grandes satélites inoperativos, que suponen un riesgo de colisión con satélites en funcionamiento, puesto que no pueden rastreadse en su totalidad. Las colisiones de satélites con desechos son un aconteci-

miento relativamente insólito, pero el elevado número de satélites y desechos en órbita terrestre ha aumentado este riesgo.



Figura 2. Distribución de objetos en la órbita terrestre

Fuente: *Space Explored*⁵⁴

La carrera espacial estableció la necesidad de control espacial: la capacidad de localizar objetos artificiales en órbita terrestre, determinar su posición y velocidades orbitales, y anticipar su futuro paradero. La figura 2 ilustra la importancia crítica del control no solo para garantizar el funcionamiento y la seguridad de los recursos espaciales, sino también para la eficiencia de las operaciones militares contemporáneas.⁵⁵

A lo largo de la Guerra Fría, la aparición y el despliegue a gran escala de misiles balísticos intercontinentales capaces de transportar sus arsenales nucleares en trayectorias balísticas a través del espacio llevaron tanto a Estados Unidos como a la URSS a crear redes de radares de control y alerta en sus territorios.⁵⁶ Además, el avance de las capacidades espaciales para actividades de inteligencia y comunicación requirió la instalación de telescopios ópticos para mejorar aún más las capacidades de seguimiento espacial. Asimismo, se incorporaron instrumentos especializados exclusivos a las capacidades de control existentes para recopilar información técnica sobre los experimentos con misiles.⁵⁷ En este entorno, la SSA surgió con la intención de comprender las interacciones orbitales de las entidades naturales y los artefactos humanos.

Sin embargo, la especificación del espacio circunferrestre sigue siendo objeto de encarnizados debates. Aunque ciertamente se encuentra dentro del ámbito cislunar y se extiende hasta un radio de al menos 100 000 km del planeta, abarcando la

mayoría de los dispositivos artificiales actualmente en órbita, todavía no hay consenso sobre su marco.⁵⁸

En la versión más reciente de su documento estratégico de más alto nivel, el Programa Nacional de Actividades Espaciales (PNAE), la Agencia Espacial Brasileña no propone una definición de este tema crucial, algo que ha causado preocupación ya que el PNAE representa la visión estratégica para el sector espacial brasileño durante los años 2022 a 2031.⁵⁹ Cabe señalar que en el documento se hace una pequeña referencia a la implementación de un sistema regular de revisiones periódicas, dado que la fecha del trabajo para la formulación de este programa comenzó en 2019, periodo en el que la SSA aún era bastante incipiente.

La Agencia Espacial Europea (ESA) propone una definición ampliada de la SSA, segmentándola en tres ámbitos distintos de especialización: 1) “SST: Control espacial y seguimiento de objetos”, dedicado a la observación de objetos en órbita terrestre; 2) “SWE: Meteorología espacial”, que se centra en el seguimiento de las condiciones solares, el viento solar y la magnetosfera, ionosfera y termosfera de la Tierra; y 3) “NEO: Objetos cercanos a la Tierra”, cuyo objetivo es identificar objetos naturales con potencial para colisionar con nuestro planeta.⁶⁰

John A. Kennewell y Ba-Mgu Vo señalan que Estados Unidos, país que dispone del conjunto más amplio de recursos de vigilancia mundial, define la SSA del siguiente modo:

... la comprensión inmediata y anticipada de los acontecimientos, amenazas, actividades y condiciones espaciales, así como el estado de los sistemas espaciales (incluidos el espacio, la tierra y las conexiones). Esta definición abarca las capacidades, limitaciones y aplicaciones, dirigidas tanto a escenarios actuales como futuros, ya sean favorables o adversos. Esta perspectiva permite a los líderes, responsables, estrategas y operadores lograr y preservar el dominio espacial en diversos contextos de conflicto.⁶¹

Esta definición abarca no solo la definición del dominio espacial en sí, sino también las infraestructuras terrestres que lo sustentan, como atributos estratégicos para la misión y los objetivos de la entidad. De hecho, podemos inferir dos tipos de conceptos directamente relacionados con esta capacidad de control del entorno espacial:

- Conciencia situacional espacial (SSA): La vigilancia de objetos espaciales para mantener su custodia en el espacio exterior (análisis pasivo).
- Conciencia de dominio espacial (SDA): Concepto que va más allá de la definición de SSA, ya que tiene en cuenta cuestiones operativas más subjetivas, como la responsabilidad sobre el objeto espacial, la misión que debe

ejecutarse, las intenciones futuras, las capacidades y las vulnerabilidades (análisis activo).

En definitiva, la SDA se caracteriza por la identificación, caracterización y conocimiento efectivo de cualquier factor, activo o pasivo, asociado al dominio espacial que pueda afectar a las operaciones espaciales y, en consecuencia, repercutir en la seguridad, la economía o el entorno espacial.

Según el general de división John Shaw, por entonces vicecomandante del Comando Espacial de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, era necesario trascender el concepto benigno de SSA para adoptar la mentalidad más amplia que ofrece la SDA, ya que el entorno se había convertido en un dominio de combate.⁶²

La implicación del espacio como dominio bélico requiere que cambiemos el enfoque trascendiendo la mentalidad de SSA (de un entorno benigno) para lograr una SDA (más eficaz y completa); del mismo modo que la Armada trabaja para lograr el conocimiento del dominio marítimo en respaldo de las operaciones navales, y la Fuerza Aérea se esfuerza por obtener el máximo conocimiento del dominio aéreo para lograr la superioridad aérea.⁶³

Según Flavio Américo, el concepto de operaciones multidominio relacionado con las operaciones militares puede definirse por la amplia gama de interacciones observadas entre los cinco principales campos de acción (dominios de combate) de las fuerzas armadas durante un conflicto: aéreo, marítimo, terrestre, espacial y cibernético.⁶⁴ La visión del espacio como dominio de combate requiere un cambio de mentalidad, como propone el general de división Shaw, ya que la ventaja militar en el dominio espacial puede representar un cambio de rumbo en cualquier conflicto actual.

Los países con capacidades avanzadas en SSA y SDA, como EE. UU. y quizá Rusia, pueden influir en las relaciones geopolíticas, perfilar el comportamiento de los actores estatales y no estatales, e impulsar las tendencias mundiales.⁶⁵ Según la *Revisión de la política espacial y de la estrategia de protección de satélites* del Departamento de Defensa de Estados Unidos, las amenazas al país y sus aliados —especialmente representadas por China y Rusia— impulsan la *estrategia de seguridad nacional* (NSS) de 2022 y la *estrategia de defensa nacional* (NDS) de 2022 de EE. UU., con el fin de salvaguardar la seguridad, la prosperidad y su modo de vida.⁶⁶

La NSS de 2022 esboza tres líneas de actuación para que Estados Unidos proyecte un orden internacional libre y abierto:

- Invertir en las fuentes y herramientas subyacentes del poder y la influencia estadounidenses.
- Construir la coalición de naciones más fuerte posible para aumentar nuestra influencia colectiva.

- Modernizar y reforzar nuestras fuerzas armadas para que estén equipadas para la era de la competencia estratégica con las grandes potencias.⁶⁷

Las prioridades del Departamento de Defensa, tal y como se articulan en la NDS de 2022, son las siguientes:

- Defender a la nación frente a la creciente amenaza multidominio que representa la República Popular China.
- Disuadir ataques estratégicos contra Estados Unidos, sus aliados y socios.
- Disuadir la agresión dando prioridad al obstáculo de la República Popular China en la región indopacífica y después al de Rusia en Europa.
- Construir una fuerza conjunta y un ecosistema de defensa resistentes.⁶⁸

De hecho, desde que las actividades espaciales militares se han expandido con gran rapidez, la SSA y la SDA se han convertido en pasos esenciales en el proceso de toma de decisiones de las operaciones de los sistemas espaciales. Esto se ha vuelto apremiante no solo por los evidentes intereses militares, sino también porque los sistemas espaciales tienen un amplio espectro de aplicaciones críticas para los diversos sectores de la economía.⁶⁹ De forma semejante al ámbito aéreo, donde no hay control del espacio aéreo sin sensores capaces de realizar la vigilancia adecuada, en el ámbito espacial no se puede considerar la capacidad de la SSA o la SDA sin sensores capaces de detectar, caracterizar y supervisar los objetos espaciales.

Actualmente, la Fuerza Aérea Brasileña se beneficia de los servicios de SSA y SDA proporcionados por Estados Unidos en virtud del *Acuerdo de intercambio de SSA* firmado en 2018 y ha escogido este acuerdo para garantizar la integridad de sus satélites y operaciones de lanzamiento, especialmente en lo que respecta a los riesgos de colisión con objetos espaciales. Además, este acuerdo proporciona al país información sobre las condiciones meteorológicas espaciales y las posibles amenazas de otras naciones. Esta dependencia pone de manifiesto la falta de sensores nacionales que puedan dar a Brasil plena autonomía en sus operaciones espaciales.⁷⁰

Vigilancia de objetos espaciales

El control del entorno aéreo y espacial es una condición esencial para que la Fuerza Aérea Brasileña realice acciones destinadas a garantizar su misión constitucional: la soberanía, el patrimonio nacional y la integridad territorial.⁷¹ Además, ejercer el control del entorno espacial equivale a garantizar las condiciones para el desarrollo del poder nacional.

Salvaguardar las capacidades de comando y control (C2) de las fuerzas armadas en posibles conflictos es fundamental para el éxito de las operaciones militares,

especialmente en regiones remotas del territorio nacional. Por consiguiente, Brasil debe llevar a cabo medidas para garantizar la integridad física de estas plataformas espaciales a lo largo de sus operaciones orbitales, como la preservación de su vida útil mediante la optimización de recursos o su eventual recolocación en órbita.⁷² Además, la conciencia situacional de los objetos que residen en órbitas próximas a los recursos espaciales brasileños, especialmente los situados en órbitas geoestacionarias y de interés militar o estratégico, es esencial para el análisis y la mitigación de posibles interferencias electromagnéticas, escuchas electrónicas o teledetección.

La necesidad estratégica de salvaguardar los recursos espaciales ha llevado a varias naciones a adoptar diversas soluciones. Estas soluciones suelen combinar datos obtenidos de una red de diferentes tipos de sensores y datos actualizados en colaboración con entidades privadas y gubernamentales. En Estados Unidos, la célula de operaciones comerciales de defensa de la fuerza operativa conjunta espacial (JCO) es responsable de la coordinación entre entidades públicas y privadas para la integración y generación de datos de SSA en respaldo al Comando Espacial de Estados Unidos.⁷³

Control espacial

En los últimos años, un número cada vez mayor de países y agentes comerciales se han implicado en las actividades espaciales, lo que ha dado lugar a un entorno reñido, competitivo y congestionado, como ilustra la bibliografía actual.⁷⁴ Esta tríada de adjetivos se ha convertido en la caracterización más notable de las dificultades encontradas por los estados en la búsqueda del dominio del espacio exterior, percibido como necesario para su capacidad militar y su seguridad nacional.

El creciente uso y dependencia del espacio para fines de seguridad nacional ha llevado a varios países a invertir en el desarrollo de capacidades en operaciones espaciales ofensivas adversarias (AOSO). Este concepto, detallado en publicaciones como el informe estadounidense “Challenges to Security in Space (2022)” (Retos de la seguridad en el espacio), engloba un conjunto de técnicas y habilidades diseñadas para establecer el control del espacio, es decir, la capacidad de un país para utilizar las capacidades espaciales para sus propios objetivos estratégicos, al tiempo que impide o limita su uso por parte de los adversarios.⁷⁵ La relevancia de estas capacidades y las repercusiones de sus usos pueden ejemplificarse a través de acontecimientos históricos.⁷⁶ Las pruebas antisatélite (ASAT) llevadas a cabo por China en 2007 y por Rusia en 2021, tuvieron como resultado la creación de basura espacial, como ilustran los puntos 1 y 3 de la figura 3. Estos desechos suponen un riesgo no solo para los satélites en órbita, sino también para las futuras operaciones espaciales. Además, el punto 2 revela un incidente diferente de la colisión en 2009 entre el satélite inactivo Cosmos 2251 e Iridium 33. Aunque no

está directamente relacionado con AOSO, este suceso pone de relieve la vulnerabilidad de los sistemas espaciales a las colisiones y la importancia de la SDA para vigilar y prevenir estos sucesos.

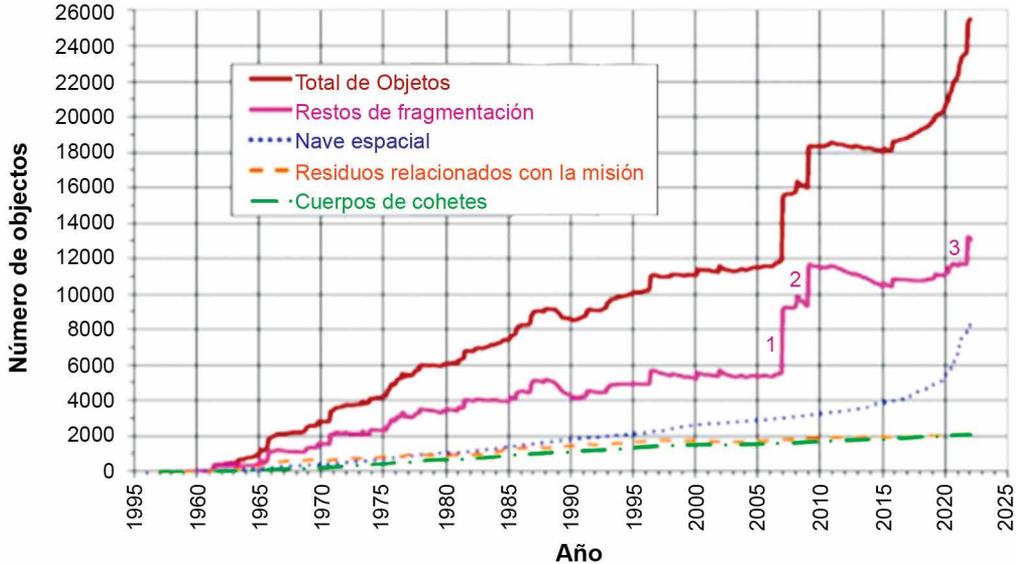


Figura 3. Crecimiento de objetos en la órbita terrestre

Fuente: NASA⁷⁷

Las operaciones espaciales ofensivas pueden utilizarse para engañar, perturbar, denegar, degradar o destruir cualquiera de los tres elementos de un sistema espacial: el satélite, el sistema terrestre de apoyo o el enlace de comunicación entre ellos. Un factor clave en la proliferación de capacidades espaciales ofensivas es el creciente uso del espacio en la guerra moderna. Durante gran parte de la Guerra Fría, el espacio se limitó, principalmente, a desempeñar un papel relevante en la recopilación de información estratégica, la aplicación de los tratados de control de armamento y la alerta ante posibles ataques nucleares. Aunque durante la Guerra Fría se produjo un importante desarrollo de las pruebas de operaciones espaciales ofensivas, el estrecho vínculo entre las capacidades espaciales y la guerra nuclear proporcionó un nivel de disuasión contra los ataques a los sistemas espaciales en ese momento de la historia.

Con el final de la Guerra Fría, muchas de estas capacidades espaciales estratégicas encontraron nuevas funciones y respaldaron directamente la guerra convencional al proporcionar apoyo operativo y beneficios tácticos a las tropas sobre el terreno. Esto ha aumentado los incentivos para que los países desarrollen capacidades de operaciones espaciales ofensivas, al tiempo que ha disminuido el valor disuasorio de la capacidad nuclear.

El informe “Global Counterspace Capabilities” (Capacidades globales contraespaciales), que ofrece un análisis de las operaciones espaciales ofensivas utilizadas a lo largo del tiempo, presenta un mapeo de las principales acciones militares que han tenido lugar en el espacio en los últimos años.⁷⁸ El aumento del número de pruebas de armas ASAT es un indicador de la creciente militarización del espacio. Además de las pruebas con misiles ASAT de impacto cinético, el informe aborda otras acciones relevantes realizadas desde el espacio.

El análisis de la figura 4, que representa el número de pruebas ASAT realizadas por los principales actores de la escena espacial en los últimos 60 años, muestra que Rusia, Estados Unidos y China realizaron el mayor número de pruebas. El gráfico también muestra que el número de pruebas ASAT ha aumentado significativamente en los últimos años, principalmente debido al desarrollo de nuevas tecnologías, como las armas de energía dirigida.⁷⁹

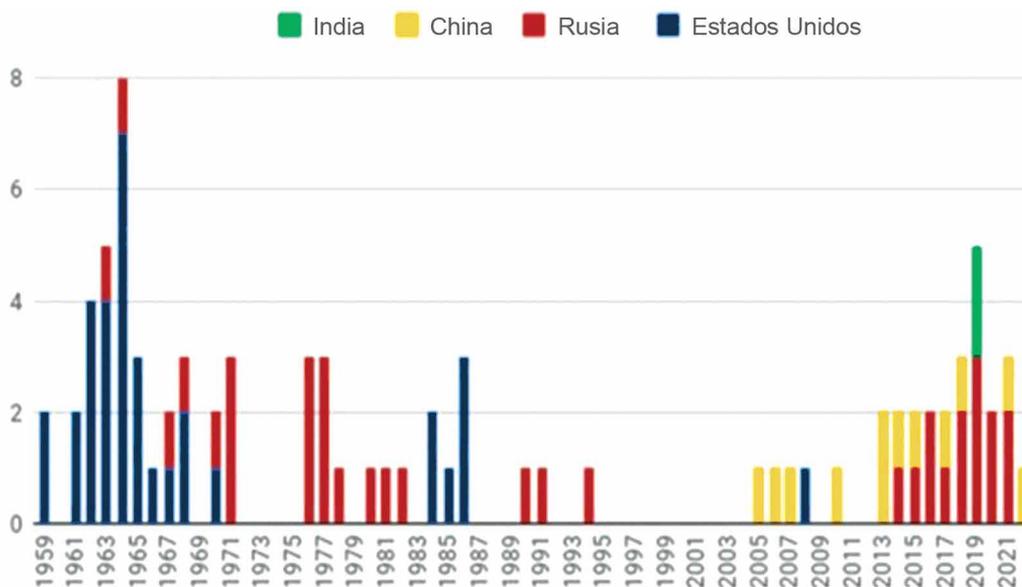


Figura 4. Número de pruebas ASAT, por año y país

Fuente: Secure World Foundation 80

Efectivamente, la creciente proliferación de operaciones espaciales ofensivas aumenta significativamente el riesgo de incidentes en el espacio que podrían desencadenar o agravar conflictos mundiales. Esta tendencia amenaza la sostenibilidad del uso del dominio espacial, que, mediante diversas tácticas, puede destruir o inutilizar satélites, generar importantes desechos orbitales, comprometer infraestructuras críticas y promover una grave inestabilidad en el ámbito geopolítico. Así pues, el espacio exterior, considerado antaño la última frontera de la humanidad,

se ha convertido en un escenario donde se desarrollan las complejidades políticas, militares y tecnológicas. La ambición de Brasil de asegurar su soberanía y promover sus intereses nacionales en el espacio está en consonancia con la tendencia mundial de maximizar los beneficios que puede ofrecer el dominio espacial.

La intensificación del compromiso en el espacio, aunque prometedor en muchos aspectos, también revela un aspecto más preocupante. La feroz competencia por el dominio y control del espacio, junto con la proliferación de operaciones espaciales ofensivas y el creciente número de pruebas con armas antisatélite, dibujan un panorama de rápida transformación. En este contexto, la seguridad y la sostenibilidad del ámbito espacial emergen como preocupaciones cruciales para el futuro próximo. Por lo tanto, a medida que la actividad espacial continúa ampliando sus fronteras, es imperativo reconocer y abordar estos nuevos desafíos con el fin de garantizar un espacio seguro y sostenible para las generaciones futuras.

Reflexiones finales

Dado que el objetivo principal de este estudio era investigar cómo el desarrollo de la SSA puede influir o contribuir a la defensa nacional y a la proyección de poder en el escenario geopolítico internacional, esta investigación se basó en premisas metodológicas. El estudio busca esbozar la relación entre la exploración espacial y el poder militar, y destacar la creciente importancia de los satélites en las operaciones militares y en las actividades civiles. El trabajo identificó cómo la SSA y la SDA hacen referencia a la capacidad de detectar, rastrear, predecir y caracterizar el comportamiento de objetos en órbita alrededor de la Tierra, y que tales capacidades son fundamentales para apoyar operaciones seguras en el espacio y proteger importantes recursos espaciales.

Dada la creciente dependencia de estos recursos espaciales para diversas aplicaciones, desde las comunicaciones globales a la predicción meteorológica y la defensa nacional, la capacidad de vigilar y comprender el entorno espacial se ha convertido en una necesidad estratégica que respalda tanto la seguridad cooperativa como la soberanía nacional. El espacio exterior, antes visto como un vasto vacío, se reconoce ahora como un dominio disputado donde naciones y entidades comerciales compiten por posiciones orbitales y frecuencias de radio.

Entre los retos a los que se enfrentan la SSA y la SDA figuran el rápido aumento del número de objetos en órbita, la presencia de basura espacial en grandes cantidades, y la falta de normas y acuerdos internacionales claros sobre operaciones espaciales. Además, la miniaturización de las tecnologías de satélites y la creciente accesibilidad al espacio han propiciado el lanzamiento de constelaciones de pequeños satélites, lo que ha aumentado la complejidad del entorno espacial.

Reconociendo el carácter crítico del acceso al espacio y de las operaciones espaciales, varias naciones han invertido en tecnologías y sistemas avanzados para mejorar su SDA. Estos incluyen radares terrestres, telescopios ópticos y satélites dedicados al seguimiento de objetos en órbita. Además, hay un creciente movimiento hacia la colaboración internacional para compartir datos y mejorar la precisión y la cobertura de la SSA a nivel mundial. El sector privado también desempeña un papel vital en la evolución de la SSA. Con la llegada del nuevo espacio y la creciente comercialización de este, las empresas privadas están desarrollando sus propias capacidades de SSA, a menudo en asociación con agencias gubernamentales. A medida que el espacio continúa congestionándose y disputándose, la necesidad de una SSA sólida y fiable solo aumentará. Es probable que crezca la cooperación internacional, así como la integración de las capacidades civiles, comerciales y de defensa para garantizar un entorno espacial seguro y sostenible.

La aparición de la geopolítica espacial como elemento central en las relaciones internacionales pone de relieve el papel fundamental que desempeña el espacio exterior en la dinámica de poder mundial. La creciente dependencia de los recursos espaciales, la militarización del espacio y la necesidad de una SSA eficaz en el entorno espacial son indicadores de la importancia estratégica del espacio en la época contemporánea. A medida que avanzamos hacia un futuro donde el espacio desempeña un papel aún más central en la vida cotidiana y las operaciones militares, la capacidad de comprender y operar eficazmente en este ámbito será de suma importancia.

Si bien el espacio exterior ofrece inmensas oportunidades, también presenta importantes desafíos. Para Brasil, la inversión en capacidades espaciales y la adopción de un enfoque estratégico son esenciales para garantizar que el país no solo se beneficie del espacio (incluyendo una voz y un papel en el ámbito geopolítico), sino que también contribuya a su uso pacífico y sostenible. Dada la creciente importancia del espacio exterior para la seguridad, la economía y el desarrollo del país, es esencial que Brasil adopte medidas para posicionarse más estratégicamente en este escenario. La investigación realizada en este estudio académico, que analiza la bibliografía especializada y el marco normativo y legal brasileño, revela una aparente inercia o inadecuada priorización de este esfuerzo, a pesar de su importancia para la proyección de poder. Esto lo demuestra el silencio de la Agencia Espacial Brasileña sobre SSA en su recientemente publicado PNAE de 2022-2031. Aunque es el principal instrumento de planificación civil de las actividades espaciales para la próxima década, el documento ni siquiera menciona el tema, lo que demuestra un desajuste con otras naciones activas en el sector espacial. No obstante, se espera que esta cuestión se aborde en una futura actualización del PNAE.

Mientras tanto, la Fuerza Aérea Brasileña se ha ido formando cada vez más tanto en SSA como en SDA. Aunque aún carece de los sensores capaces de producir datos de control adecuados, ya cuenta con una organización encargada de recibir y analizar los datos compartidos a través del *Acuerdo de intercambio de SSA* con Estados Unidos. La Fuerza Aérea Brasileña también ha desarrollado planes para la adquisición de telescopios y radares para el seguimiento de objetos espaciales, pero todavía carece de los recursos necesarios asignados para el establecimiento de un sistema de seguimiento espacial adecuado.

Dicho esto, una de las contribuciones de este estudio es informar a los líderes de que el desarrollo de capacidades nacionales de SSA y SDA no solo disminuirá la dependencia de otras naciones, sino que también garantizará que el país disponga de información en tiempo real sobre sus propios recursos espaciales y las posibles amenazas, lo que permitirá su adecuada protección. Además, la inversión en investigación, innovación y desarrollo de tecnologías espaciales es crucial para mejorar las capacidades de SSA y SDA y garantizar que Brasil esté a la vanguardia de la exploración espacial y su utilización.

Si bien el fomento de la capacidad nacional es esencial, la cooperación internacional en cuestiones espaciales es igualmente crítica. Esto puede incluir el intercambio de datos, la colaboración en misiones espaciales y el desarrollo conjunto de tecnologías. Por último, es esencial que Brasil establezca un marco normativo y jurídico claro para las actividades en el espacio exterior. Los países líderes en el contexto tecnológico espacial, capaces de proyectar poder en la escena geopolítica internacional a través de sus capacidades espaciales, cuentan con un gobierno centralizado y un historial de esfuerzos en la definición de directrices sobre lanzamientos, operaciones de satélites, mitigación de desechos espaciales y operaciones espaciales ofensivas: actividades esenciales para las ambiciones de cualquier país en el sector espacial. □

Notas

1. Steven J. Dick, *Remembering the Space Age* (Recordamos la era espacial) (Washington, DC: NASA, 2008); Matthew Weinzierl, “Space, The Final Economic Frontier,” (El espacio: la última frontera económica), *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 32, No. 2, 2018, 173–192, <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.32.2.173>.

2. Carlos Eduardo Valle Rosa, *Aerospace Geopolitics* (Geopolítica aeroespacial) (São Paulo: Diálética, 27 July 2022).

3. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), “Space 2030: Exploring the Future of Space Applications” (El espacio en 2030: exploramos el futuro de las aplicaciones espaciales) (Paris: OECD, 2004), https://www.oecd-ilibrary.org/economics/space-2030/background-paper-3_9789264020344-10-en.

4. Walter Peeters, “Evolution of The Space Economy: Government Space to Commercial Space and New Space,” (Evolución de la economía espacial: del espacio gubernamental al espacio comercial y el nuevo espacio), *Astropolitics*, Vol. 19, No. 3, 2021, 206–222, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14777622.2021.1984001>.

5. Michael Robert Migaud, Robert A. Greer, and Justin B. Bullock, “Developing an adaptive space governance framework,” (Desarrollo de un marco de gobierno espacial adaptable), *Space Policy*, Vol. 55, February 2021, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0265964620300424?via%3Dihub>; Roger D. Lanius, John M. Logsdon, and Robert W. Smith, *Reconsidering Sputnik: forty years since the soviet satellite* (Reconsideramos el Sputnik: cuarenta años del satélite soviético) (London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2000).

6. Steven J. Dick, *Remembering the space age* (Recordamos la era espacial) (Washington, DC: NASA, 2008).

7. Gil Denis, Didier Alary, Xavier Pasco, Nathalie Pisot, Delphine Texier, and Sandrine Toulza, “From new space to big space: how commercial space dream is becoming a reality,” (Del nuevo espacio al gran espacio: cómo se está haciendo realidad el sueño del espacio comercial), *Acta Astronautica*, Vol. 166, January 2020, 431–443, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576519313451?via%3Dihub>.

8. Ministry of Defense, “National Defense Policy and National Defense Strategy” (Política de defensa nacional y estrategia de defensa nacional) (Brasília, DF: Brazilian Ministry of Defense, 2016); Department of Defense, “Defense Space Strategy Summary” (Resumen de la estrategia espacial de defensa) (Washington, DC: US Department of Defense, 2020), https://media.defense.gov/2020/jun/17/2002317391/-1/1/2020_defense_space_strategy_summary.pdf.

9. Malcolm R. Davis, “Australia confronts a contested space domain and a rising China,” (Australia se enfrenta a un dominio espacial disputado y a una China en ascenso), Australian Strategic Policy Institute, September 2020, 1–20, <https://www.aspi.org.au/opinion/australia-confronts-contested-space-domain-and-rising-china>; Xiaodan Wu, “China and Space Security: how to bridge the gap between its stated and perceived intentions,” (China y la seguridad espacial: cómo salvar la distancia entre sus intenciones declaradas y las percibidas), *Space Policy*, Vol. 33, No.1, August 2015, 20–28, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0265964615300023?via%3Dihub>.

10. James Clay Moltz, “The Changing Dynamics of Twenty-First Century Space Power,” (La dinámica cambiante del poder espacial en el siglo XXI), *Journal of Strategic Security*, Vol. 12, No. 1, 2019, 15–43.

11. Euroconsult, “Euroconsult Projects Government Space Project Budgets to Reach \$1 Billion During the Next Decade,” (Euroconsult prevé que los presupuestos gubernamentales para proyectos espaciales alcancen los mil millones de dólares en la próxima década), *Satnews*, January 2022, <https://news.satnews.com/2022/01/05/euroconsult-projects-government-space-projects-budgets-to-reach-1-billion-during-the-next-decade/>.

12. John A. Kennewell and Ba-Ngu Vo, “An overview of space situational awareness,” (Resumen de la conciencia situacional espacial), Paper presented at the International Conference on Information Fusion, (Istanbul: 9–12 July 2013), <https://ieeexplore.ieee.org/document/6641108>; Brian Weeden, Paul Cefola and Jaganath Sankaran, “Global Space Situational Awareness Sensors,” (Sensores globales para la conciencia situacional espacial), Paper presented at the AMOS Conference, 2010, https://www.researchgate.net/publication/228787139_Global_Space_Situational_Awareness_Sensors.

13. Everett C. Dolman, *Astropolitik: classical geopolitics in the space age* (Astropolítica: la geopolítica clásica en la era espacial) (London: Frank Cass Publishers, 1st ed., 2002).
14. Brain E. Fredriksson, *Globalness: toward a space power theory* (Globalidad: hacia una teoría del poder espacial) (Montgomery, Alabama: Air University Press, 2006).
15. Robert C. Harding, *Space Policy in Developing Countries: the search for security and development on the final frontier* (Política espacial en los países en desarrollo: la búsqueda de seguridad y desarrollo en la última frontera) (London: Routledge, 2012).
16. Michael Sheehan, *The International Politics of Space* (La política internacional del espacio) (London: Routledge, 2007).
17. Colin Gray, *Modern Strategy* (Estrategia moderna) (New York: Oxford University Press, 1999).
18. Colin Gray, *Modern Strategy* (Estrategia moderna).
19. Henry Mintzberg, Joseph Lampel, James B. Quinn and Sumantra Ghosal, *The strategy process: concepts, contexts and selected cases* (El proceso estratégico: conceptos, contextos y casos seleccionados) (Porto Alegre: Bookman, 2007).
20. Matthew Mowthorpe and Thomas Kane, *Geopolitical Developments and The Future of the Space Sector* (Evolución geopolítica y futuro del sector espacial) (France: OECD, 2004), https://www.oecd-ilibrary.org/economics/space-2030/background-paper-3_9789264020344-10-en; Daniel Blinder, “Geopolítica y recursos naturales espaciales,” (PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad), No. 15, 2018, 1–18; Everett C. Dolman, *Astropolitik: classical geopolitics in the space age*, (Astropolítica: la geopolítica clásica en la era espacial), 1st ed., (London: Frank Cass Publishers, 2002).
21. Daniel Blinder, “Geopolítica y recursos naturales espaciales.”
22. Daniel Fiott, *The European space sector as an enabler of European Union strategic autonomy* (El sector espacial europeo como impulsor de la autonomía estratégica de la Unión Europea) (Belgium: European Parliament, 2020), [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/653620/EXPO_IDA\(2020\)653620_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/653620/EXPO_IDA(2020)653620_EN.pdf).
23. Department of Defense, “Defense Space Strategy Summary,” (Resumen de la estrategia espacial de defensa) (Washington, DC: US Department of Defense, 2020), https://media.defense.gov/2020/jun/17/2002317391/-1/-1/1/2020_defense_space_strategy_summary.pdf.
24. Romain B. Bosc and Michelle Hermes, “Geospatial technology’s Role in The Conflict in Ukraine,” (El papel de la tecnología geoespacial en el conflicto de Ucrania), GMFUS News, Oct. 2022, 1–5, <https://www.gmfus.org/news/geospatial-technologys-role-conflict-ukraine>.
25. Engel Pedro Costa, “Dependence on space technology in military operations” (Dependencia de la tecnología espacial en las operaciones militares) (Pedrouços: Institute of Higher Military Studies, 2013), <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/9985>.
26. Daganit Paikowsky, “Space Technology, Patterns of Warfare and Force Build-Up: Between a Power and a Small State” (Tecnología espacial, patrones de guerra y constitución de fuerzas: entre una potencia y un estado pequeño) (Tel Aviv: Samuel Neaman Institute for Advanced Studies in Science and Technology, 2017), <https://www.neaman.org.il/EN/Between-Power-Small-State>.
27. Martin N. Sweeting, “Modern Small Satellites—Changing the Economics of Space,” (Pequeños satélites modernos: un cambio en la economía espacial), Proceedings of the IEEE 106, No. 3, 2018, 343–361.

28. United States, Defense Intelligence Agency, “Challenges to Security in Space,” (Retos para la seguridad en el espacio), Military Power Publications, Vol. 46, 2019, https://www.dia.mil/Portals/110/Documents/News/Military_Power_Publications/Challenges_Security_Space_2022.pdf power publications/space_threat_v14_020119_sm.pdf.

29. European Space Policy Institute, “Emerging Spacefaring Nations – Full Report,” (Naciones emergentes que navegan en el espacio - Informe completo), ESPI Report 79, (Vienna: ESPI, 2021), <https://www.espi.or.at/wp-content/uploads/2022/06/ESPI-Report-79-Emerging-Spacefaring-Nations-Full-Report.pdf>.

30. Organization for Economic Co-operation and Development, *OECD Handbook on Measuring the Space Economy* (Manual de la OECD para medir la economía espacial) (Paris: OECD Publishing, 2nd ed., 2022).

31. Bleddy E. Bowen, *War in Space: strategy, spacepower, geopolitics* (Guerra en el espacio: estrategia, poder espacial y geopolítica) (United Kingdom: Edinburgh University Press, 2020).

32. I. Sourbès-Verger, *L'espace, Lieu Particulier des Rivalités Politiques et Technologiques*, Revue Défense Nationale, No. 851, June 2022, 73–78.

33. Lucie Sénéchal-Perrouaultand and Liffiran C., “La stratégie d’innovation chinoise dans le domaine spatial: les lancements spatiaux chinois à la conquête du marché” (China’s Space Innovation Strategy: Chinese Space Launches Conquer the Market), *Asia Trends*, No. 5, 2019; Xavier Pasco, *Le nouvelâ gespacial: de la guerre froideau New Space* (Paris: CNRS Éditions, 2017); Ken Davidian, “Definition of New Space,” (Definición de nuevo espacio), *Mary Ann Liebert, Inc.*, Vol. 8, No. 2, 2020, 53–55, <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/space.2020.29027.kda?journalCode=space>.

34. Nikolai Khlystov and Gayle Markovitz, “Space is booming. Here’s how to embrace the \$1,8 trillion opportunity,” (El espacio está en auge. Cómo aprovechar esta oportunidad de 1,8 billones de dólares), *World Economic Forum*, 8 Apr 2024, <https://www.weforum.org/agenda/2024/04/space-economy-technology-invest-rocket-opportunity/>.

35. Alicia Cechin and Scarlett Queen Almeida Bispo, “The Chinese rise in the aerospace sector” (El ascenso chino en el sector aeroespacial) (Brasília, DF: IPEA Repository, 2022), <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11488>.

36. Zaaem Shabbir, Ali Sarosh, and Sheikh Imran Nasir, “Policy Considerations for Nascent Space Powers,” (Consideraciones políticas para las potencias espaciales incipientes) *Space Policy*, Vol. 56, May 2021, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0265964621000060>.

37. Rajeswari Pillai Rajagopalan, “From Earth to Space: India and China’s Space Programmes Gear Up for Intense Competition Ahead,” (De la Tierra al espacio: los programas espaciales de India y China se preparan para una intensa competición), Observer Research Foundation, June 2020, <https://www.orfonline.org/research/from-earth-to-space-68717/>.

38. Rajeswari Pillai Rajagopalan, “From Earth to Space: India and China’s Space Programmes Gear Up for Intense Competition Ahead,” (De la Tierra al espacio: los programas espaciales de India y China se preparan para una intensa competición), Observer Research Foundation, June 2020, <https://www.orfonline.org/research/from-earth-to-space-68717/>.

39. Rajeswari Pillai Rajagopalan, “From Earth to Space: India and China’s Space Programmes Gear Up for Intense Competition Ahead;” James Clay Moltz, “The Changing Dynamics of Twenty-First Century Space Power.”

40. Rajeswari Pillai Rajagopalan, “From Earth to Space: India and China’s Space Programmes Gear Up for Intense Competition Ahead.”

41. Clea Simon, “Entrepreneurial approach to space exploration,” (Enfoque empresarial de la exploración espacial), *The Harvard Gazette*, August 2023, <https://news.harvard.edu/gazette/story/2023/08/india-takes-entrepreneurial-approach-to-space-exploration/>.

42. Rajeswari Pillai Rajagopalan, “From Earth to Space: India and China’s Space Programmes Gear Up for Intense Competition Ahead,” (De la Tierra al espacio: los programas espaciales de India y China se preparan para una intensa competición), Observer Research Foundation, June 2020, <https://www.orfonline.org/research/from-earth-to-space-68717/>; Robert C. Harding, *Space Policy in Developing Countries: the search for security and development on the final frontier* (Política espacial en los países en desarrollo: la búsqueda de seguridad y desarrollo en la última frontera).

43. Daniel Fiott, *The European space sector as an enabler of European Union strategic autonomy* (El sector espacial europeo como impulsor de la autonomía estratégica de la Unión Europea) (Belgium: European Parliament, 2020), [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/653620/EXPO_IDA\(2020\)653620_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/653620/EXPO_IDA(2020)653620_EN.pdf).

44. Bledy E. Bowen, *War in Space: strategy, spacepower, geopolitics* (Guerra en el espacio: estrategia, poder espacial y geopolítica) (United Kingdom: Edinburgh University Press, 2020); Angeliki Papadimitriou, Maarten Adriaansen, Ntorina Antoni and Christina Giannopapa, “Perspective on Space and Security Policy, Programmes and Governance in Europe,” (Perspectiva de la política, los programas y el gobierno espaciales y de seguridad en Europa), *Acta Astronautica*, Vol. 161, December 2019, 183–191, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094576518303485?via%3Dihub>.

45. Joan Johnson-Freese, *Space as a strategic asset* (El espacio como activo estratégico) (New York: Columbia University Press, 2007).

46. Peter Anson and Dennis Cummings, “The first space war: the contribution of satellites to the gulf war,” (La primera guerra espacial: la contribución de los satélites en la guerra del golfo), *The RUSI Journal*, Vol. 136, No.4, March 2008, 45–53, <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03071849108445553>.

47. Joan Johnson-Freese, *Space as a strategic asset* (El espacio como activo estratégico) (New York: Columbia University Press, 2007).

48. Joan Johnson-Freese, *Space as a strategic asset* (El espacio como activo estratégico).

49. Nuno Gonçalo Miguel, “Sistema de Sistemas: o triunfo da tecnologia?” (Sistema de sistemas: ¿el triunfo de la tecnología?), *Nação e Defesa*, Vol. 122, No. 4, 2009, 203–217, https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/507/1/NeD122_NunoGoncaloMiguel.pdf.

50. Engel Pedro Costa, “Dependence on space technology in military operations” (Dependencia de la tecnología espacial en las operaciones militares) (Pedrouços: Institute of Higher Military Studies, 2013), <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/9985>.

51. Carlos Eduardo Valle Rosa, *Aerospace Geopolitics* (Geopolítica aeroespacial) (São Paulo: Dialética, 27 July 2022).

52. Organization for Economic Cooperation and Development, “Space Sustainability: the economics of space debris in perspective.” (Sostenibilidad espacial: la economía de la basura espacial en perspectiva).

53. Richard Crowther, “Orbital debris: a growing threat to space operations,” (Desechos orbitales: una amenaza creciente para las operaciones espaciales), *Philosophical transactions of the royal society a mathematical, physical and engineering sciences*, Vol. 361, No. 1802, November 2002, 157–168, <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2002.1118>.

54. Arin Waichullis, “NASA says falling satellite poses a ‘risk of harm’ on Earth [Update],” (La NASA afirma que la caída de un satélite supone un “riesgo de daños” en la Tierra [Actualización]),

Space Explored, April 2023, <https://spaceexplored.com/2023/04/21/old-nasa-satellite-falling-to-earth/>.

55. Lal Bhavya et al, *Global trends in Space Situational Awareness (SSA) and Space Traffic Management (STM)* [Tendencias mundiales en conciencia situacional espacial (SSA) y gestión del tráfico espacial (STM)] (Washington: IDA Science & Technology Policy Institute, 2018).

56. David Frank Winkler and Julie L. Webster, *Searching the Skies: the legacy of The United States Cold War Defense Radar Program* (Buscando los cielos: el legado del programa de radares de defensa de Estados Unidos durante la Guerra Fría) (Illinois: Headquarters Air Combat Command, 1997), <https://nuke.fas.org/guide/usa/airdef/1997-06-01955.pdf>.

57. Brian Curt Weeden, Paul Cefola and Jaganath Sankaran, “Global Space Situational Awareness Sensors,” (Sensores para la conciencia situacional espacial en el espacio), Paper presented at the AMOS Conference, 2010, https://www.researchgate.net/publication/228787139_Global_Space_Situational_Awareness_Sensors.

58. John A. Kennewell and Ba-Ngu Vo, “An overview of space situational awareness,” (Resumen de la conciencia situacional espacial), Paper presented at the International Conference on Information Fusion, (Istanbul, 09–12 July, 2013), <https://ieeexplore.ieee.org/document/6641108>.

59. Brazil, Ministry of Science, Technology and Innovation, Brazilian Space Agency, “National Policy on Space Activities: 2022–2031,” (Política nacional de actividades espaciales: 2022–2031) (Brasília, DF: Ministry of Science, 2nd ed., Technology and Innovation, 2023).

60. N. Bobrinsky and L. Del Monte, “The space situational awareness program of the European Space Agency,” (El programa de conciencia situacional espacial de la Agencia Espacial Europea), *Cosmic Research* 48, n. 5, 2010, 392–398, <https://link.springer.com/article/10.1134/S0010952510050035>.

61. John A. Kennewell and Ba-Ngu Vo, “An overview of space situational awareness.” (Resumen de la conciencia situacional espacial).

62. Sandra Erwin, “Air Force: SSA is no more; It is ‘Space Domain Awareness,’” (Fuerza Aérea: La SSA ya no existe; ahora es la “conciencia de dominio espacial”), *Space News*, 2019, 9–12, <https://spacenews.com/air-force-ssa-is-no-more-its-space-domain-awareness/>.

63. Sandra Erwin, “Air Force: SSA is no more; It is ‘Space Domain Awareness.’” (Fuerza Aérea: La SSA ya no existe; ahora es la “conciencia de dominio espacial”).

64. Flávio Américo, “Multidomain Operations, a perspective,” (Operaciones multidominio: una perspectiva), *Terrestrial Military Doctrine Journal*, Vol. 9, No. 27, July – September 2021, 4–9, <https://www.ebrevistas.eb.mil.br/DMT/article/download/8409/7289>.

65. Lal Bhavya et al, *Global trends in Space Situational Awareness (SSA) and Space Traffic Management (STM)* [Tendencias mundiales en conciencia situacional espacial (SSA) y gestión del tráfico espacial (STM)].

66. Department of Defense, *Space Policy Review and Strategy on Protection of Satellites* (Revisión de la política espacial y estrategia de protección de satélites).

67. The White House, *National Security Strategy* (Estrategia de seguridad nacional) (Washington, DC: The White House, 2022), <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>.

68. Department of Defense, *National Defense Strategy of the United States of America* (Estrategia de defensa nacional de los Estados Unidos de América) (Washington, DC: US Department of Defense, 2022), <https://apps.dtic.mil/sti/trecms/pdf/AD1183514.pdf>.

69. N. Bobrinsky and L. Del Monte, “The space situational awareness program of the European Space Agency,” (El programa de conciencia situacional espacial de la Agencia Espacial Europea), *Cosmic Research*, Vol. 48, No. 5, 2010, 392-398, <https://link.springer.com/article/10.1134/S0010952510050035>.

70. Brazil, Air Force Command, “Brazil and the U.S. sign a cooperation agreement in the space area,” (Brasil y EE. UU. firman un acuerdo de cooperación en el ámbito espacial) (Brasília, DF: Agência Força Aérea, 2018). <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/32598/ESPA%C3%87O%20-%20Brasil%20e%20EUA%20assinam%20termo%20de%20coopera%C3%A7%C3%A3o%20na%20%C3%A1rea%20espacial>.

71. Brasil, Comando da Aeronáutica, “Portaria nº 2.102/GC3,” *Boletim do Comando da Aeronáutica*, No. 180, 2018.

72. Brasil, Comando da Aeronáutica, “Portaria Normativa nº 1.691/EMCFA/MD,” *Diário oficial da União* 149, agosto 2015.

73. Theresa Hitchens, “SPACECOM plans: new, unified ‘Commercial Integration Office’ to work with private firms,” (Planes de SPACECOM: una nueva Oficina de Integración Comercial unificada trabaja con empresas privadas), *Breaking Defense*, March 2023, <https://breakingdefense.com/2023/03/spacecom-plans-new-unified-commercial-integration-office-to-work-with-private-firms/>.

74. Department of Defense, *National security space strategy: unclassified summary* (Estrategia espacial de seguridad nacional: resumen no clasificado) (Washington, DC: US Department of Defense, 2011), <https://www.hsdl.org/?view&did=10828>.

75. Department of Defense, *Space Domain Awareness*, (Conciencia de dominio espacial) (Washington, DC: US Department of Defense, 2023), [https://www.starcom.spaceforce.mil/Portals/2/SDP%203-100%20Space%20Domain%20Awareness%20\(November%202023\)_pdf_safe.pdf](https://www.starcom.spaceforce.mil/Portals/2/SDP%203-100%20Space%20Domain%20Awareness%20(November%202023)_pdf_safe.pdf).

76. NASA, “The intentional Destruction of Cosmos 1408,” (La destrucción intencionada de Cosmos 1408), *Orbital Debris Quarterly News*, Vol. 26, No. 1, Mar 2022, <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv26i1.pdf>.

77. NASA, “The intentional Destruction of Cosmos 1408.” (La destrucción intencionada de Cosmos 1408).

78. Secure World Foundation, “Global Counterspace Capabilities Report: an open-source assessment,” (Informe sobre las capacidades globales contraespaciales: evaluación de código abierto), No. 4, 2023, <https://swfound.org/counterspace/>.

79. Secure World Foundation, “Global Counterspace Capabilities Report: an open-source assessment,” (Informe sobre las capacidades globales contraespaciales: evaluación de código abierto), No.4, 2023, <https://swfound.org/counterspace/>.

80. Secure World Foundation, “Global Counterspace Capabilities Report: an open-source assessment.” (Informe sobre las capacidades globales contraespaciales: evaluación de código abierto).

Alúísio Viveiros Camargo

Profesor de la Facultad de Economía, Gestión, Contabilidad y Administración Pública de la Universidad de Brasilia (UnB). Estudiante de doctorado e investigador en el Centro de Estudios Multidisciplinarios Avanzados (UnB) y en el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), con especialización en economía del nuevo espacio, geopolítica, innovación y gestión de proyectos complejos. Tiene un máster en Economía y una licenciatura en Derecho. Su polifacética trayectoria profesional y académica le ha llevado a ocupar puestos directivos en la Agencia Espacial Brasileña y en el sector privado.

Coronel de Aviación Marcello Corrêa de Souza, Fuerza Aérea Brasileña

Licenciado en Ciencias Aeronáuticas por la Academia de la Fuerza Aérea Brasileña en 1996. Postgraduado con un máster en Operaciones de Sistemas Espaciales por la Naval Postgraduate School en 2018. Actualmente es director adjunto del Centro de Planificación, Presupuesto y Gestión del Mando de Operaciones Aéreas y Espaciales de Brasil.