

Capítulo 1

Integración del poder aéreo, espacial y ciberespacial*

TC. Guillermo Alberto Poveda Zamora **
Mag. Carlos Enrique Álvarez Calderón***

-
- * Este capítulo hace parte de los resultados del trabajo colaborativo de dos proyectos de investigación: 1) “Desafíos y nuevos escenarios de la seguridad multidimensional en el contexto nacional, regional y hemisférico en el decenio 2015-2025”, del Centro de Gravedad de la Escuela Superior de Guerra General Rafael Reyes Prieto, reconocido y categorizado en (A) por MinCiencias, con el código COL0104976; 2) el proyecto de investigación de la Maestría en Ciencias Militares Aeronáuticas de la Escuela de Posgrados de la FAC, titulado “Fuerza Aérea Colombiana: de la evolución de las capacidades a la independencia estratégica”, el cual hace parte del grupo de investigación Ciencias Militares Aeronáuticas (GICMA), categorizado en (C) por MinCiencias, registrado con el código COL0140489 y del grupo de investigación Ciencia y Poder Aéreo de la Escuela de Posgrados de la FAC, categorizado en (B) por MinCiencias. Los puntos de vista y los resultados de este artículo pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente los de las instituciones participantes.
- ** Magíster en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Aeroespacial. Jefe de Operaciones Espaciales FAC e investigador de la Escuela de Postgrados de la FAC. Correo electrónico: guillermo.poveda@fac.mil.co
- *** Magíster en Relaciones Internacionales. Profesor e investigador de la Escuela Superior de Guerra de Colombia. Correo electrónico: carlos.alvarez@esdegue.edu.co

CÓMO CITAR

Poveda Zamora, G. A. y Álvarez Calderón, C. E. (2022). Integración del poder aéreo, espacial y ciberespacial. En *Poder multidominio y el sistema de vigilancia y protección de la Amazonía colombiana* (pp. 23-48). Escuela de Postgrados de la FAC.

Colección Ciencia y Poder Aéreo N.º 18

**PODER MULTIDOMINIO Y EL SISTEMA DE VIGILANCIA
Y PROTECCIÓN DE LA AMAZONÍA COLOMBIANA**

CAPÍTULO 1.

Integración del poder aéreo, espacial y ciberespacial

ISBN: 978-958-53696-5-8

E-ISBN: 978-958-53696-6-5

<https://doi.org/10.18667/9789585369658.01>

Bogotá, Colombia

Octubre, 2022

Introducción

La doctrina militar se define como el conjunto de los principios esenciales en los cuales las Fuerzas Militares rigen sus operaciones para apoyar el cumplimiento de los objetivos nacionales (Fuerza Aérea Colombiana [FAC], 2020). Esta ha venido evolucionando durante siglos, a medida que nuevos dominios, en donde las Fuerzas Militares se mueven a través de la historia y el tiempo, se han habilitado para el usufructo humano como producto de los avances tecnológicos.

Durante la mayor parte de la historia humana, las fuerzas militares de los Estados consistieron en ejércitos y armadas que operaban en los dominios tradicionales de tierra y mar. Pero en el último siglo las fuerzas militares en el mundo, en su mayoría, adoptaron formalmente una construcción que agregó tres nuevos dominios: aire, espacio y ciberespacio. En efecto, durante los últimos cien años, los dominios del aire, el espacio exterior y el ciberespacio se han incorporado a los dominios tradicionales en el cálculo estratégico y operacional del planeamiento de seguridad y defensa; y si bien las doctrinas militares para las operaciones terrestres, navales y aéreas son relativamente maduras, las doctrinas para el espacio y el ciberespacio continúan evolucionando.

La seguridad global también ha evolucionado con gran rapidez en una era de avanzadas comunicaciones digitales, en la que las amenazas a la seguridad, la prosperidad y el desarrollo de los pueblos aprovechan los mismos avances tecnológicos para mejorar sus habilidades y procesos en la confrontación de los Estados desde la tierra, el mar, el aire, el espacio ultraterrestre y el ciberespacio, conocidos como los cinco dominios de la guerra. Las aeronaves, los satélites, las embarcaciones, los vehículos y los individuos en tierra producen gran cantidad de información y datos, que representan un gran reto tanto en seguridad informática como en la toma de decisiones, desde procesar y analizar esa información, hasta anteponer las acciones de adversarios estatales y no estatales, especialmente cuando se está bajo ataque.

Las operaciones multidominio, también conocidas como operaciones conjuntas en todos los dominios, permite la sincronización de todas las fuerzas participantes de una operación militar; neutraliza las amenazas desde todos los dominios y permite a los líderes civiles y militares una perspectiva más amplia y completa del teatro de operaciones, dando pie a

decisiones más rápidas y mejores en el desarrollo de las acciones ofensivas o defensivas.

Pues bien, para enfrentar las amenazas multidimensionales que afectan los intereses económicos, ambientales y de seguridad de Colombia en su Región Amazónica, todavía no se ha desarrollado un sistema multidominio de vigilancia y protección capaz de defender la Amazonía colombiana (Pre-Foro Panamazónico, 2016); más aún cuando recursos naturales como el agua, el oxígeno, el bosque nativo y múltiples minerales cada vez son más apetecidos y deseados por actores estatales y grupos al margen de la ley (Morán, 1993).

Bajo este entendido, la convicción de la FAC de incorporar y materializar en la evolución de su doctrina el enfoque del “poder multidominio” para la defensa de regiones como la Amazonía colombiana obedece, en gran orden, a las características propias descritas en la doctrina del poder aéreo, espacial y ciberespacial que permitan abordar grandes y complejas áreas de operación, como supone el reto de la Región Amazónica. A la luz de la Constitución Política de 1991, cabe resaltar el origen de la FAC y para ello es pertinente mencionar los siguientes artículos:

Artículo 217. La Nación tendrá para su defensa unas Fuerzas Militares permanentes constituidas por el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea. [...] Por otro lado, la FAC es responsable en Colombia del dominio del aire, el espacio y el ciberespacio, de acuerdo con la Disposición 026 del 22 de junio de 2019 en donde plasma su misión y visión incorporando explícitamente estos tres dominios. Sin contar que además del espacio aéreo nacional, los límites territoriales de Colombia también se extienden al espectro electromagnético y el segmento de su órbita geoestacionaria.

Artículo 101. [...] También son parte de Colombia, el subsuelo, el mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental, la zona económica exclusiva, el espacio aéreo, el segmento de la órbita geoestacionaria, el espectro electromagnético y el espacio donde actúa, de conformidad con el Derecho Internacional o con las leyes colombianas a falta de normas internacionales.

Por consiguiente, este capítulo tiene como propósito fundamental introducir el concepto de “poder multidominio” a las operaciones de la FAC con miras a fortalecer las capacidades de vigilancia y protección de la Amazonía colombiana. En este orden de ideas, cobran un protagonismo especial

proyectos satelitales como el programa de desarrollo FACSAT y su segundo satélite Sat Chibiriquete. Además de tener una profunda vocación por la protección de la biodiversidad y el medio ambiente, evidenciados en sus sensores de alta resolución y sus sistemas de detección de gases de efecto invernadero, estos involucran una profunda transferencia de conocimiento y tecnología para Colombia, así como otros proyectos satelitales como AMAZONIA-1, el primero en su serie, destinado a la vigilancia, la observación y el monitoreo de la Región Amazónica, que permitirá la alerta temprana en fenómenos como la deforestación ilegal y la destrucción de los recursos naturales en esta importante región (Agencia Espacial Brasileña [AEB], 2021).

Nexo entre los dominios tradicionales de la guerra, la información y las comunicaciones

La definición de Allen y Gilbert plantea un dominio como una “esfera de interés e influencia en la que se llevan a cabo actividades, funciones y operaciones para cumplir misiones y ejercer control sobre un oponente con el fin de lograr los efectos deseados” (2009, p. 136). Aquí vemos que la consideración de un espacio físico o virtual como ámbito de actuación militar ha estado siempre vinculada con los recursos económicos que posea o con los servicios que provea en beneficio del provecho humano, tales como obtener y usufructuar la información, y por lo tanto, controlar y aprovechar las comunicaciones.

La información siempre ha jugado un papel preponderante en la guerra, ya que sin información sobre el medio ambiente y sobre el enemigo, la ejecución de las propias operaciones es un esfuerzo brumoso y arriesgado (Suojanen, 2018). Pero la información puede resultar verdadera o falsa, lo cual da lugar a acciones muy diferentes en función de su fiabilidad. Los tomadores de decisiones pueden tener varias alternativas sobre la forma en que avanzan las batallas en una misión que se basa en la posesión de información confiable; y si se cuestiona la confiabilidad de esa información, se crea la necesidad de nuevos planes o de la improvisación mediante la aplicación de la experiencia en la guerra basada en la educación, la capacitación, las condiciones del entorno, las capacidades y los recursos disponibles en el campo de batalla del tomador de decisiones.

Un elemento crucial para garantizar que la información sea confiable es controlar los medios a través de los cuales se comunica. Según Mattelart y Mattelart (1997), la comunicación ha contribuido a organizar el trabajo colectivo, bien sea en el seno de las actividades productivas o del ejercicio de la guerra, así como en la estructuración y protección de los espacios económicos, que han sido, desde hace milenios, probablemente el principal factor que influye en el planeamiento de la seguridad y defensa de un Estado.

En este orden de ideas, las comunicaciones militares tanto en transmisión como en recepción de información clave para la toma de decisiones y para ejercer el comando y el control de superiores sobre unidades menores, en especial cuando están en contacto con el enemigo, mediante la transmisión de órdenes e instrucciones de comandantes a subordinados, han sido siempre factores fundamentales en la práctica de la guerra. Pues bien, los dominios con los cuales se posibilitaron las primeras formas de comunicación militar estuvieron vinculados, mediante el uso de mensajeros, a los escenarios de tierra, mar y aire; en efecto, los mensajeros se han empleado en la guerra desde la Antigüedad y constituyen todavía un valioso medio de comunicación.

Sin embargo, “los sistemas de comunicación iniciales solo transmitían señales entre dos puntos geográficos, por lo que el verdadero avance lo constituiría establecer una cadena de transmisión y así aumentar la distancia en la propagación del mensaje” (Álvarez, Santafé y Urbano, 2017, p. 196). Por consiguiente, comandantes militares como Alejandro Magno, Aníbal y Julio César desarrollaron elaborados sistemas de retransmisiones que llevaban los mensajes de un punto a otro por medio de mensajeros a caballo que viajaban a máxima velocidad, lo cual les permitía preservar la comunicación con sus comandantes o líderes en el país de origen, en especial fuera de sus territorios durante las travesías en desarrollo de las campañas militares en tierras lejanas. No es de extrañar, por lo tanto, que la tierra sea el dominio de guerra más antiguo.

A finales del siglo XII, Genghis Khan no solo aplicó lo aprendido de sus predecesores militares al establecer un extenso sistema de puestos de mensajeros terrestres desde Europa hasta su capital en el lejano Oriente, sino que también utilizó palomas mensajeras como correo, habilitando el aire como un canal de transmisión de las comunicaciones; y a medida que avanzaba en sus conquistas, estableció puestos de relevo de palomas en

Asia y gran parte de Europa oriental. En una progresión natural por transmitir información a grandes distancias y en el menor tiempo posible, antes de finales del siglo XVIII el telégrafo ideado por Claude Chappe fue el medio de comunicación principal para los Ejércitos europeos, los cuales emplearon torres de semáforo o postes con brazos móviles.

Pero mientras estos métodos elementales de comunicación de señales se desarrollaban en tierra, al mismo tiempo se estaba produciendo un desarrollo comparable en el mar. Según Sterling (2008), la señalización inicial entre buques de guerra se llevó a cabo mediante mensajes preestablecidos basados en señales con banderas, cambio de luces e incluso el movimiento de las velas. Cuando el barco se trataba de un gran velero, en el siglo XVI, se desarrollaron códigos de comunicación, con combinaciones de diferentes banderas y su posición, la posición de las luces en relación con las velas, y el número y la posición de disparos de cañón. Estos fueron códigos regulares adoptados por la Armada británica y su precursor, el almirante Sir William Penn; incluso para finales del siglo XVIII, el almirante Richard Kempenfelt y Sir Home Popham desarrollaron un plan de señalización de banderas similar al que se usa ahora.

A pesar de los primeros esfuerzos en los dominios terrestre y marítimo, el desarrollo real de la comunicación de señales en la guerra no se produjo sino hasta después de la invención del telégrafo eléctrico por Samuel F.B. Morse, ya que “posibilitó que los conductores políticos y militares pudieran mantener comunicaciones casi instantáneas con los comandantes de los teatros de operaciones estacionados a grandes distancias” (Álvarez, Santafé y Urbano, 2017, p. 160).

En 1844, gracias a la invención del sistema de comunicaciones casi instantáneo para la época, el científico Samuel Morse presentó su código Morse, con el cual conectó a la ciudad de Washington con la ciudad de Baltimore, invención que pronto se utilizó para mejorar los diversos medios de comunicación. Siendo así, diez años después apareció el primer uso militar del telégrafo para las comunicaciones militares durante la guerra de Crimea en 1854, y tres años más tarde fue usado en el motín indio, un factor decisivo en la victoria británica.

En la Guerra Civil estadounidense (1861-1865), se hizo un amplio uso del telégrafo eléctrico. Además de su empleo en largas distancias con la organización de telégrafos militares tripulados por civiles, el Ejército de la Unión prestó servicio de campo móvil mediante trenes de carros equipados

con alambre aislado y postes ligeros para el tendido rápido de los cables usados por el telégrafo, mientras los Ejércitos francés y prusiano idearon vagones móviles de tren, con telégrafos a bordo. Durante la guerra contra Austria en 1866, el conde Helmuth von Moltke, gracias al telégrafo de campo, ejerció un eficaz comando y control sobre sus fuerzas armadas a grandes distancias de su posición.

La invención del teléfono en 1876 no fue inmediatamente adaptada para el uso militar como lo fueron otras tecnologías, tal vez debido al hecho de que el desarrollo de la comunicación telefónica a larga distancia exigía primero la construcción de una robusta infraestructura de líneas telefónicas. Sin embargo, finalizando el siglo XIX, el teléfono ya se consideraba indispensable en el Ejército japonés en la guerra ruso-japonesa, en el Ejército de Estados Unidos en la Guerra Hispanoamericana y en el Ejército inglés en las guerras de los bóeres, tanto así que a finales del siglo XIX apareció el telégrafo inalámbrico o con ondas de radio. Las potencias de la época adoptaron rápidamente esta herramienta de grandes posibilidades en señalización militar y naval, siendo parte indispensable en el comando y control de los ejércitos y las armadas del mundo para 1914.

Muy pronto se hizo evidente que la telegrafía inalámbrica carecía de secreto y los mensajes eran fácilmente interceptados y escuchados por el enemigo; esto condujo a que los ingenieros militares y de inteligencia desarrollaran complejos códigos y cifrados para complementar la señalización militar. A partir de entonces, la lucha entre el criptógrafo y el criptoanalista se expandió enormemente con la adopción de la radio y continúa siendo un factor importante que afecta su uso militar en la actualidad.

Con la Primera Guerra Mundial (1914-1918), que involucró por primera vez en la historia la movilización y coordinación de millones de soldados en el campo de batalla, el hecho de que los comandantes no pudieran controlar, coordinar y dirigir enormes ejércitos modernos sin una comunicación de señales eficiente se hizo notar rápidamente tanto para los Aliados como para las Potencias Centrales. Los alemanes, a pesar de años de preparación del Plan Schlieffen, no lograron proporcionar una comunicación adecuada entre el cuartel general superior y los ejércitos del ala derecha que avanzaban y atravesaban rápidamente Bélgica y el norte de Francia. La ineficaz coordinación entre estos ejércitos llevó al fracaso inevitable del plan y forzó a detener el avance de los alemanes, lo que después se materializó en la retirada al norte del río Marne. Los Aliados, por su parte, también tuvieron

importantes derrotas, como la vivida por el general Paul von Hindenburg en la batalla de Tannenberg, la cual se atribuyó, en gran medida, a la falta casi total de comunicación de señales.

A medida que avanzaba la guerra de trincheras, se apreciaba cada vez más la necesidad de mejorar las comunicaciones eléctricas. Entonces, se desarrollaron complejos sistemas telefónicos, con cientos de kilómetros de cable entrelazados; en la retaguardia de cada uno de los ejércitos opuestos proliferaron las líneas y los postes con muchos brazos cruzados y circuitos, y se colocaron cables y alambres enterrados en los elaborados sistemas de trincheras que conducían a los puestos más avanzados.

De acuerdo con Reed (2008), las arterias principales que iban desde la retaguardia a la vanguardia de las trincheras fueron cruzadas por rutas de cables laterales paralelas al frente, ante la necesidad de obtener información de “primera mano” de las líneas más avanzadas sobre las condiciones del teatro de operaciones y los movimientos del enemigo. Así creció una inmensa red de cables profundamente enterrados, y la comunicación eléctrica en forma de teléfono y telégrafo se extendió gradualmente a los pelotones de primera línea que se mantuvieron en contacto frecuente con el centro de comando y control.

Proteger las líneas telefónicas era muy difícil para los ejércitos, ya que solían ser cortadas o derribadas por los intensos ataques de fuego de artillería enemiga, de modo que todos los beligerantes se vieron obligados a desarrollar y utilizar la radio inalámbrica. Así mismo, la señalización visual regresó al campo de batalla para transmitir señales preestablecidas mediante el uso de lámparas de señales eléctricas, pirotecnia y bengalas (Reed, 2008). Se empleó el servicio de mensajería usando bicicletas, motocicletas y automóviles, pero también fueron usados algunos animales como palomas mensajeras y perros, que alcanzaron niveles de eficiencia muy altos en el Ejército alemán.

Durante la Primera Guerra Mundial, el avión tuvo su aparición como elemento de guerra; pero representó un gran desafío en términos de comunicaciones. Aunque se hicieron grandes esfuerzos para equiparlos con radio, estos radios no dieron buenos resultados en comunicación entre las aeronaves y sus bases. La solución temporal para dar instrucción a los pilotos en vuelo era el uso de grandes paneles o segmentos de tela de colores blancos o negros, cuyo diseño preestablecido entre pilotos y la parte terrestre daba instrucciones a las aeronaves. Para rendir informes de lo

observado o de los resultados de ataques de las aeronaves, era necesario que el piloto lanzara papeles escritos desde el avión o bien que aterrizara para poder dar sus reportes en persona.

Entre los aprendizajes que dejó la Primera Guerra Mundial está la importancia del desarrollo técnico, científico y de investigación en busca de ser mejores, más rápidos y con mejores procesos que los exhibidos hasta ese momento. Sin embargo, el presupuesto invertido en estas investigaciones se consideró bajo para la época, aunque con importantes resultados en términos de vinculación y dependencia de la academia, la industria y del Estado a través de sus fuerzas armadas.

La posguerra fue muy importante para las fuerzas armadas de los países participantes, porque iniciaron un rápido crecimiento en conocimiento, desarrollo y fabricación de equipos de comunicación, y aunque algunos eran portátiles, pero de corto alcance, solucionaban las comunicaciones a nivel táctico, por ser móviles y de fácil portabilidad por parte de fuerzas de superficie tanto en tierra como en mar y aire. A su vez, aparecieron técnicas de modulación que mejoraron significativamente la comunicación, como la frecuencia modulada; este importante avance tecnológico lo alcanzó en 1920 el reconocido ingeniero estadounidense Edwin H. Armstrong. Esta nueva técnica de modulación hacía la comunicación más estable y con menos ruido (Sterling, 2008).

En consecuencia, para la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) las fuerzas militares ya contaban con sistemas de radiocomunicación altamente desarrollados, tanto telegráficos como telefónicos. Adicional a esto, con el desarrollo en curso de muchas ayudas electrónicas a la navegación, el dominio aéreo jugaría a partir de entonces un papel decisivo en el desarrollo de las operaciones militares (Álvarez, Santafé y Urbano, 2017).

Las unidades aéreas ahora tenían comunicaciones mixtas entre sistemas cableados y de radio, que facilitaban la comunicación entre sus bases áreas y los campos preparados (o no) para el aterrizaje de las aeronaves, y ya para este momento había radios de corto, mediano y largo alcance para las comunicaciones aire-tierra y aire-aire. Durante esta guerra, la necesidad de todo tipo de equipos de comunicación y de una mejor calidad y cantidad de información, con seguridad y claves, se expandió más allá de las capacidades inmediatas de la industria.

El *blitzkrieg* alemán, que integraba las operaciones coordinadas de los dominios aéreo, terrestre y marítimo, creó nuevos requisitos para la

comunicación por radio en una fracción de segundo entre todos los miembros como exigencia de la movilidad de las tropas; por eso, el relé de radio fue la técnica de comunicaciones más sobresaliente de la Segunda Guerra Mundial. Así mismo, se desarrolló un nuevo dispositivo de navegación electrónico de largo alcance, conocido como “loran”, utilizado para embarcaciones y aviones, al igual que los sistemas de navegación de corto alcance, llamados “shoran” (Rottman, 2010). A su vez, se perfeccionaron las combinaciones de radar y comunicaciones para el aterrizaje de aeronaves con poca o nula visibilidad, y uno de esos sistemas fue el sistema de aproximación controlada por tierra (*ground-controlled approach* o *GCA*).

También, se desarrollaron y se utilizaron combinaciones de radiogoniometría, radares y sistemas de comunicaciones para el control en tierra de aeronaves interceptoras (*ground-controlled interception* o *GCI*). La guía controlada por radio de las bombas arrojadas desde una aeronave permitía al operador de un bombardero dirigir una bomba hacia el objetivo. Finalmente, los primeros pasos en el desarrollo de la guerra electrónica vista en forma de contramedidas fueron los equipos que transmitían ruidos permanentes e interferían los canales y señales de comunicación, de radar y de navegación del enemigo, bloqueaban sus comunicaciones y negaban la posibilidad de organización y coordinación para el desarrollo de ataques militares.

Al pasar la primera mitad de siglo xx, la búsqueda de desarrollo militar en todos los aspectos de las comunicaciones se intensificó, hasta incorporar importantes inventos como las comunicaciones digitales y la transmisión de señales de televisión, en la que un equipo de reconocimiento con cámaras, ya fuese por tierra, aire o mar, tripulado o no, brindaba grandes ventajas, porque permitiría escanear el territorio enemigo para la toma oportuna de decisiones.

En consecuencia, las comunicaciones, el comando y el control de las fuerzas armadas ahora basaban sus decisiones en información producto de una combinación estrecha entre las capacidades propias de las imágenes que proveía la televisión y el radar para identificar la posición del enemigo, entre otros instrumentos que usan las frecuencias disponibles en el espectro electromagnético. Esto generó innovaciones e invenciones en la electrónica militar tan importantes como la vigilancia del área de batalla con múltiples dispositivos y sensores ópticos, de radiofrecuencia e incluso de guerra electrónica que permiten interceptar, bloquear, degradar o interferir las frecuencias, y así los equipos del enemigo (Suojanen, 2018).

La vigilancia del área de batalla aumentó radicalmente los métodos de reconocimiento convencionales con el desarrollo de los satélites espaciales con equipos ópticos, fotográficos, infrarrojos y de radar. El conjunto de información recopilada por estos dispositivos en un amplio frente enemigo pudo ensamblarse electrónicamente de manera eficiente con el avance en la capacidad de los procesadores computacionales, lo cual les permitió al comando y al control estimar rápidamente la situación y tomar decisiones tácticas. Por ende, los dominios del espacio y el ciberespacio ya entraban en el cálculo estratégico de la seguridad y la defensa en la segunda mitad del siglo xx.

El dominio aéreo, espacial y ciberespacial: una evolución reciente de la doctrina militar

Las tecnologías militares desarrolladas en los últimos cien años han dado paso a la explotación del dominio aéreo, espacial y ciberespacial. Y la teoría y la doctrina militar, que han evolucionado según estos avances tecnológicos, han ayudado a moldear cómo los militares perciben y sacan provecho del espacio y del tiempo. Los primeros usos del poder aéreo durante la Primera Guerra Mundial fueron para fines de reconocimiento y ofrecían solo una perspectiva vertical similar a los globos aerostáticos que los habían precedido en el siglo xix; y con el avance de la ingeniería aeronáutica, aparecieron paulatinamente otros tipos de aeronaves, como el caza o el bombardero.

En la Primera Guerra Mundial, los aviones y sus usos estaban fuertemente ligados al dominio terrestre, por lo cual fue necesaria la exhibición de bombardeo antibuque que hizo el general Billy Mitchell en 1921 para demostrar que los dominios de la superficie eran muy susceptibles a los ataques desde el aire. Efectivamente, durante el periodo entreguerras, teóricos del poder aéreo como el general Mitchell, el general Giulio Douhet y el mariscal del aire Hugh Trenchard comenzaron a teorizar con el uso futuro del poder aéreo.

Conocido como el ‘padre de la fuerza aérea moderna’, la teoría de Mitchell abogaba por una Fuerza Aérea independiente y separada del Ejército y de la Armada de Estados Unidos. Mitchell pensaba que una Fuerza Aérea independiente podría ser la forma más efectiva de defender a Estados

Unidos y, cuando luchara en el exterior, podría atacar decisivamente los centros vitales del adversario sin tener que derrotar primero a los ejércitos y las armadas del enemigo (Mitchell, 1925).

Mitchell creía que la superioridad aérea, o el “control del aire”, era una condición previa necesaria para todas las operaciones militares que seguirían; y que una vez se estableciera la superioridad aérea, el dominio aéreo podría explotarse apuntando a centros vitales del enemigo como la industria, la infraestructura y la agricultura, cuya destrucción conduciría al colapso de la moral civil del adversario a combatir (Álvarez, Benavides y Ramírez, 2019).

Esta fue la base de lo que se convertiría en la teoría del bombardeo estratégico, desarrollada por los discípulos de Mitchell en la Escuela Táctica del Cuerpo Aéreo de Estados Unidos en la década de 1930. La teoría del bombardeo estratégico jugaría más tarde un papel importante contra Alemania, pues en la Segunda Guerra Mundial hubo dos años de bombardeos sostenidos en contra de los activos estratégicos de la Alemania Nazi en Europa antes de que llegaran las tropas terrestres de los Aliados al continente.

El general italiano Douhet es otro influyente teórico del poder aéreo. Su teoría tenía muchas afirmaciones superpuestas compartidas con las de Mitchell, como la necesidad de una fuerza aérea independiente del Ejército, el bombardeo estratégico, la superioridad aérea y el papel ofensivo del poder aéreo. Sin embargo, Douhet se apartó de otros teóricos con su idea de bombardear directamente a la población civil para quebrar su moral combativa; defensor de la guerra total, creía que una vez obtenido el control del dominio aéreo enemigo, se debía usar el bombardeo aéreo directamente contra los civiles, de modo que estos presionaran a su propio gobierno para buscar poner fin a la guerra (Douhet, 1942).

Dicha teoría de la guerra total demostró ser correcta bajo las múltiples incursiones aéreas con bombas incendiarias en el frente occidental, así como las dos bombas atómicas empleadas contra las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki en el frente oriental de la Segunda Guerra Mundial. Este pensamiento controvertido sobre cómo atacar a las poblaciones civiles ilustra el lado más sombrío del poder aéreo y sus posibles aplicaciones.

El último de los tres grandes teóricos clásicos del poder aéreo es Hugh Trenchard, mariscal de la Royal Air Force. Al igual que Mitchell y Douhet, Trenchard voló en la Primera Guerra Mundial y más tarde se desempeñó como jefe de la Real Fuerza Aérea británica. Durante la guerra (Omissi,

2017), Trenchard se opuso a una fuerza aérea independiente y al concepto de bombardeo estratégico; su oposición inicial fue producto de su formación temprana como oficial de infantería tradicional, pero con la evolución de la tecnología y la conclusión de la guerra, cambió sus puntos de vista a favor de mantener una fuerza aérea independiente y el concepto de bombardeo estratégico (Álvarez, Benavides y Ramírez, 2019).

En definitiva, dicho concepto jugó un gran papel al mostrar el valor de fuerzas aéreas independientes, en donde el poder aéreo ya no estaba únicamente ligado al dominio terrestre, apoyando las fuerzas de superficie a través del poder aéreo táctico y el apoyo aéreo cercano. El efecto de la estancada guerra de trincheras en la Primera Guerra Mundial ayudó a informar a los teóricos del poder aéreo que se necesitaba un medio alternativo para la victoria, y la evolución de la tecnología para la Segunda Guerra Mundial demostró que muchas de las primeras ideas de los teóricos del poder aéreo fueron efectivas con el uso del poder aéreo y el bombardeo estratégico en la derrota del Eje en Europa y Asia.

A medida que maduraron las ideas y la tecnología, las capacidades de las fuerzas aéreas fueron creciendo y tuvieron después mayores efectos en el enemigo, a través de una gama más amplia de estrategias y tácticas para la planificación y ejecución de campañas.

Si bien el bombardeo estratégico en gran medida se centró en destruir la capacidad económica del enemigo atacando objetivos físicos como la infraestructura crítica, la siguiente evolución de la doctrina aérea se enfocaría en lograr la parálisis estratégica, eliminando la capacidad de un adversario para comandar y controlar sus fuerzas. Por lo tanto, centrándose en la guerra de maniobras, los coroneles estadounidenses John Warden y John Boyd desarrollaron dos enfoques diferentes para lograr la parálisis estratégica al perseguir las funciones de comando y control del enemigo.

El modelo del coronel Warden se enfocó en cinco anillos en una orientación de diana: el liderazgo, los elementos esenciales del sistema, la infraestructura, la población y las fuerzas militares, estas últimas desplegadas como el anillo más externo; por ende, el liderazgo era el anillo más importante para atacar, ya que estaba en el centro (Warden, 1998). La teoría de Warden influyó mucho en la planificación de la campaña aérea para la Operación Tormenta del Desierto, en la que el poder aéreo de Estados Unidos y la coalición concentró sus esfuerzos en atacar el corazón del comando y el control iraquí.

Por su parte, la teoría del coronel Boyd enfatiza el logro de la parálisis estratégica del enemigo a través de la incapacitación psicológica. El concepto de Boyd se conoce como el bucle OODA (observar, orientar, decidir y actuar). El bucle en sí mismo explica un proceso para la toma de decisiones; sin embargo, Boyd fue más allá al detallar cómo se podría usar contra un oponente. Sostuvo que aquel que completara el ciclo del bucle OODA más rápido podría ingresar al bucle OODA del adversario y obtener la ventaja. Esto haría que el adversario se concentrara en la reacción y las medidas defensivas, perdiera la iniciativa y la libertad de acción, y permitiera por consiguiente que las propias fuerzas asumieran la ofensiva creando el espacio para la próxima decisión; si las fuerzas amigas entraban en el circuito de toma de decisiones del oponente, el enemigo se concentraría internamente, perdiendo eventualmente la conciencia de la situación (Boyd, 2018).

La capacidad de observar, orientar, decidir y actuar de manera más eficiente que el enemigo ha dependido cada vez más del dominio espacial y ciberespacial en las últimas dos décadas (Moltz, 2019). En consecuencia, junto con la habilitación de estos dos nuevos dominios, la doctrina militar ha venido evolucionando para incluir las teorías del poder espacial y ciberespacial. Gray define el poder espacial como “la capacidad de usar el espacio y negar el uso confiable de este entorno a cualquier enemigo” (1996, p. 293); por tanto, la influencia del poder espacial impregna casi todas las esferas y niveles de la existencia humana, desde la política hasta los asuntos militares, las actividades comerciales y la mentalidad cultural.

Hoy en día, hay poco que encontrar en el camino de una doctrina y estrategia de poder espacial coherente, particularmente en los círculos de seguridad nacional (Worden y Shaw, 2005). Álvarez y Corredor lo definen como “la facultad y voluntad del uso de las capacidades espaciales de carácter civil, militar y sus infraestructuras asociadas, en apoyo de las estrategias de seguridad y desarrollo nacionales, así como del logro de los intereses nacionales objetivos y subjetivos” (2019, p. 50). Por su parte, Kuehl define el poder ciberespacial como “la capacidad de utilizar el ciberespacio para crear ventajas e influir en eventos en todos los entornos operativos y en todos los instrumentos de poder” (2009, p. 37).

Los dominios aéreo y espacial son continuos alrededor del mundo, no tienen fronteras y están por encima de los dominios terrestre y marítimo; a su vez, permiten la observación de operaciones y brindan acceso libre a cualquier punto sobre la Tierra. El dominio espacial se define como el área

por encima de la altitud donde los efectos atmosféricos sobre los objetos en el aire se vuelven insignificantes; esta área inicia aproximadamente en la termósfera y a partir de este límite la aerodinámica deja de regir los principios de la física en este tipo de vuelo, adentrándose en la astrodinámica y la mecánica orbital.

Al igual que los dominios aéreo, terrestre, marítimo y ciberespacial, el espacio es un dominio físico dentro del cual se llevan a cabo actividades militares, civiles y comerciales (FAC, 2020). De manera parecida al dominio espacial, el dominio del ciberespacio es continuo en todo el mundo, sin las fronteras clásicas e impregna los medios físicos. Pero mientras que los dominios aéreo y espacial se encuentran en la tercera dimensión vertical, el ciberespacio se describe en términos de un modelo de tres capas interrelacionadas: la red física, la red lógica (virtual) y la ciberpersona.

Como se observa en la Tabla 1, el poder espacial es el que más características abarca, según lo descrito en la doctrina de la FAC. También, comparte los mismos principios de la doctrina que el poder aéreo, claro está, surtiendo algunas diferencias específicas por las cualidades propias de los dos ambientes. Tanto el aire como el espacio, respecto al ciberespacio, comparten solo el principio del alcance global. Del dominio ciberespacial, se infiere que monitorear todas las comunicaciones y redes puede permitir el bloqueo prohibitivo de un adversario para que los demás dominios (terrestre, marítimo, aéreo y espacial) tengan libertad de acción en el área y por el tiempo que se requiera (Commons, 2018).

Tabla 1. Principios y características comunes de los dominios

Listado de principios y características	Tipo de poder		
	Aéreo	Espacial	Ciber
Principios			
1. Control centralizado - Ejecución descentralizada			NO
2. Flexibilidad y versatilidad			NO
3. Prioridad			NO
4. Sinergia			NO
5. Balance			NO
6. Concentración			NO
7. Persistencia			NO
8. Sostenimiento de la moral			NO
9. Legalidad			NO
10. Legitimidad			NO
11. Preservar la capacidad de interacción	NO	NO	

Continúa

Listado de principios y características	Tipo de poder		
	Aéreo	Espacial	Cíber
12. Establecer medidas de protección	NO	NO	
13. Lograr la superioridad ciberespacial	NO	NO	
Características			
1. Precisión			NO
2. Perspectivas			NO
3. Velocidad			NO
4. Alcance			
5. Maniobrabilidad			NO
6. Movilidad			NO
7. Respuesta	NO		NO
8. Autonomía limitada			NO
9. Capacidad de carga			NO
10. Sensibilidad a condiciones ambientales			NO
11. Aplicación tecnológica			NO
12. Dependencia logística			NO
13. Observabilidad	NO		NO
14. Medio no dividido	NO		NO
15. Atado a la tierra	NO		NO
16. Interconectividad	NO	NO	
17. Virtualidad	NO	NO	
18. Expansión	NO	NO	
19. Asimetría	NO	NO	
20. Naturaleza defensiva y ofensiva	NO	NO	
21. Enfocado en personas	NO	NO	
22. Instantaneidad	NO	NO	

Fuente: elaboración propia, con base en los manuales de la FAC (2020).

A pesar de que existen algunas similitudes entre el dominio espacial y el ciberespacial, la diferencia más obvia entre ambos dominios es que el espacio es un entorno natural, mientras que el ciberespacio es un entorno creado por el hombre. Así mismo, mientras que el espacio es un dominio vasto y atemporal en el que la humanidad se ha venido proyectando gradualmente a medida que lo han permitido los avances de las tecnologías espaciales, el ciberespacio, aunque es igualmente vasto, se ha desarrollado en el periodo de una generación y su naturaleza está puramente bajo el control humano.

Otra gran diferencia entre estos dos dominios reside en su “umbral de entrada”; en efecto, para entrar y utilizar el espacio ultraterrestre se requieren activos y capacidades sofisticados y costosos, generalmente poseídos por pocos Estados y actores privados. En contraste, el ciberespacio

puede ser explorado por cualquier persona que posea una computadora personal o un dispositivo móvil.

Las acciones hostiles en y desde el espacio son cuestión de tiempo y por eso los Estados deben preparar sus medios, recursos y capacidades para propender a una defensa efectiva de sus intereses, en una dinámica que puede involucrar infraestructura y aeronaves que cambien fácilmente de dominio (espacio-aire-espacio). También, deben contar con capacidades ciberdistintivas, que cumplan misiones ofensivas y defensivas para neutralizar una amenaza en cualquiera de estos dominios, y configurar términos doctrinarios como escuadrones de superioridad espacial y de dominancia aérea.



Figura 1. Aeronaves espaciales multidominio

Nota: pueden hacer operaciones en los dominios aéreo, espacial y ciberespacial, y cambiar rápidamente de dominio.

Fuente: Zhen (2021), Defense Advanced Research Projects Agency-DARPA (2017 y 2021), BBC News Mundo (2020, 7 de mayo).

Las amenazas en estos dominios buscan, en general, negar el acceso y uso de estos, así como la degradación de las capacidades propias y la parálisis en cualquier forma de explotación del aire, el espacio y el ciberespacio. En virtud de lo anterior, los Estados aspiran al desarrollo de las siguientes capacidades (Poveda, 2020):

- Equipo en tierra, en el segmento de red y en el espacio para la recolección de inteligencia.

- Alerta temprana de lanzamientos suborbitales desde la superficie terrestre.
- Alerta temprana para lanzamientos en y desde el espacio, que deberá incluir también otros cuerpos celestes.
- Monitoreo ambiental, uso y calidad del suelo, del agua, del aire.
- Telecomunicaciones militares y civiles, navegación global.
- Capacidades defensivas y ofensivas para negar o degradar los servicios de navegación, sincronización y *timing*, posicionamiento y otros asociados al movimiento autónomo de drones, robots y la entrega de armamento con precisión.
- Observación de la tierra y sus múltiples usos en prevención de desastres, planificación en todos los sectores productivos, geografía básica, geología, catastro multipropósito, y vigilancia de los recursos en parques naturales, reservas, cuerpos de agua, mares, océanos y de la vocación del suelo en general.
- Autonomía en la operación de satélites y otras estructuras en el espacio, que incluye maniobras orbitales, cambios de altura o inclinación, desplazamientos en los tres ejes, y maniobras defensivas y ofensivas en contra de satélites hostiles.
- Puertos de lanzamiento espacial sobre o cerca de la línea del Ecuador, que permitan vender servicio de lanzamiento a vehículos de otros países y a los propios.

El poder multidominio: integración del poder aéreo, espacial y ciberespacial

La constitución de fuerzas aéreas, espaciales y ciberespaciales, así como los instrumentos del poder aéreo, espacial y ciberespacial que administran, se han constituido como auténticas armas estratégicas en el siglo XXI. Las fuerzas militares que operan en estos tres dominios poseen características únicas que son inherentes a ellas. Algunos ejemplos de la evolución de los Estados sobre el dominio del espacio se relacionan en el siguiente listado:

- La Fuerza de Defensa Aeroespacial Rusa fue creada el 1 de agosto de 2015, mediante la fusión de la Fuerza Aérea y las capacidades espaciales existentes en ese momento.

- El Comando Espacial de Estados Unidos existía desde 1982 dentro de la Fuerza Aérea; sin embargo, el 20 de diciembre de 2019 fue creada como un servicio independiente, siendo así que la sexta arma en Estados Unidos es la Fuerza Espacial.
- El 11 de septiembre de 2020, Francia cambió el nombre del Ejército del Aire al de Ejército del Aire y del Espacio, incorporando este nuevo dominio en lo que considera una necesidad en la nueva realidad de seguridad y defensa de su país.
- El 6 de abril de 2021, el Reino Unido puso en marcha su Comando Espacial como parte de su política estratégica espacial y en respuesta a las nuevas necesidades del país.
- Australia anunció la creación de su Fuerza Espacial el 22 de marzo de 2022, con el objetivo de contrarrestar amenazas de China y Rusia en el espacio, de acuerdo con declaraciones del vicemariscal del aire Cath Roberts, nuevo comandante del Comando Espacial.
- En Suramérica, en diciembre de 2017 Brasil creó el Comando de Operaciones Aeroespaciales (COMAE), el cual depende de la Fuerza Aérea Brasileña y se encarga de la planeación, coordinación y ejecución de las operaciones aéreas y espaciales brasileñas.
- Mediante Resolución del Ministerio de Defensa Nacional 0192 del 3 febrero de 2021, por la cual se aprueba la Disposición 001 del 7 enero de 2021 y la Disposición 048 del 10 de diciembre de 2020, en Colombia se creó el Comando de Operaciones Aéreas y Espaciales y la Jefatura de Operaciones Espaciales como respuesta a la nueva realidad la región y el mundo, a las nuevas amenazas y a los retos en materia de seguridad y defensa nacional en el dominio del espacio.

Las fuerzas aéreas y espaciales poseen velocidad, alcance, maniobrabilidad, perspectiva y movilidad de grandes cargas útiles, mientras que las fuerzas ciberespaciales además utilizan conectividad y accesibilidad a través de varios medios. Las tres fuerzas son flexibles y versátiles debido a esto. Las características del aire, el espacio y el ciberespacio brindan la oportunidad de obtener una perspectiva de todo el espacio de batalla y de aplicar el poder directamente contra todos los elementos de los recursos del enemigo, independientemente de su ubicación.

La relación entre el aire, el espacio y el ciberespacio es única, ya que muchas operaciones espaciales dependen en principio del dominio del aire

para cruzar desde la superficie de la tierra al dominio espacial. De igual modo, en un entorno altamente globalizado e hiperconectado, el ciberespacio juega un papel preponderante y, de hecho, una parte crítica del ciberespacio solo se puede acceder a través de operaciones espaciales (Skott, 2018). El poder aéreo, espacial y ciberespacial crean ventajas significativas al utilizar el *tempo* como una cualidad estratégica por derecho propio. Solo recientemente la tecnología ha hecho posible atacar múltiples centros de gravedad de manera simultánea, sin importar su ubicación; así como atacarlos en periodos de tiempo muy comprimidos, controlando el daño infligido. Debido a la orientación tridimensional (vertical), junto con la orientación de red (horizontal) del aire, el espacio y el ciberespacio, estas capacidades tecnológicas pueden crear efectos sinérgicos en todo el mundo, medidos en horas y minutos (aviones) o en segundos (espacio y ciberespacio).

Por ejemplo, en cuanto a las capacidades aéreas, las aeronaves remotamente tripuladas ART más avanzadas al servicio de las Fuerzas Militares, con su combinación distintiva de velocidad (movimiento), intensidad de aplicación de la fuerza (precisión) y capacidad de atacar desde más allá del alcance del adversario (sigilo y distanciamiento), han dado un nuevo significado a los tres elementos clásicos de la guerra: movilidad, ataque y protección. A su vez, las capacidades espaciales han venido redefiniendo los conceptos de alcance y persistencia, y hacen posible la extraordinaria precisión de las armas en la actualidad. Por otra parte, las capacidades cibernéticas ofrecen la oportunidad de neutralizar al enemigo sin la necesidad del uso de la fuerza cinética, por lo que las recientes mejoras en las tecnologías del poder aéreo, espacial y ciberespacial abren nuevos caminos para usar la fuerza militar a una distancia segura sin desplegar un gran número de tropas en tierra o mar.

Existen tres relaciones digitales y cognitivas interconectadas entre las máquinas y los humanos. Los niveles genéricos son de máquina a máquina, de máquina a hombre y de hombre a hombre. Las operaciones aéreas integran de forma inherente a los seres humanos y la tecnología, y los entrelazan. A partir de los conflictos recientes alrededor del mundo, se ha aprendido que dos tipos de operaciones que se mejoran entre sí de manera significativa son las operaciones aéreas y las operaciones de información. Debido a la naturaleza técnica y psicológica de las operaciones aéreas y de información, están estrechamente vinculadas y se emplean mejor mediante un comando y un control efectivos.

El moderno poder aéreo puede alcanzar objetivos con gran precisión; la precisión del efecto marca la diferencia, y las capacidades espaciales y cibernéticas amplían aún más esa precisión. Pero la capacidad de golpear cualquier cosa no debe traducirse en un enfoque de golpearlo todo. Elegir los objetivos correctos no es un ejercicio técnico, sino que requiere información, es decir, conocimiento y comprensión de la cultura de los oponentes, el funcionamiento interno de su base de poder y su dinámica interior.

Al racionalizar el nexo del poder aéreo, espacial y ciberespacial, se puede desempeñar un papel muy importante al vincular la aplicación de la fuerza (tanto letal como no letal) al logro de los objetivos estratégicos del Estado. En este caso, la discusión estratégica se enfoca en lo que el aire, el espacio y el poder cibernético pueden contribuir, ya sea como instrumentos independientes, ofensivos y posiblemente decisivos a través de ataques, o como habilitadores y facilitadores de otras operaciones y esfuerzos, como la vigilancia y protección de activos estratégicos para la garantía de la seguridad, la prosperidad y el desarrollo del Estado. Es en este nivel que la discusión debe girar hacia misiones tácticas como control y movilidad aérea, así como información, vigilancia y reconocimiento en beneficio de los esfuerzos de la defensa e integridad del territorio nacional.

Para lograrlo, el Estado colombiano debe mejorar en la integración de sus capacidades en los dominios de aire, espacio y ciberespacio para encontrar, identificar, rastrear y perseguir objetivos que amenacen la seguridad nacional del Estado. Estas tecnologías, cuando se combinan, redefinen radicalmente la masa, la velocidad, la maniobra, el impacto y la conciencia de la situación. El espacio, como el máximo “terreno elevado”, proporciona un punto de observación ideal para la vigilancia y el reconocimiento de una amplia y extensa área geográfica, como la Amazonía colombiana, que por otros dominios es técnica y humanamente imposible de cubrir de manera eficiente y eficaz. Los avances tanto en la resolución de las imágenes como en la cantidad de información contenida en la imagen permiten ahora un número asombroso de aplicaciones nunca vistas.

Por ejemplo, el monitoreo de cultivos ilícitos en Colombia por satélite implica el análisis espectral de imágenes de satélite de alta resolución para rastrear el desarrollo de actividades de deforestación; este tipo de información permite al Gobierno identificar nuevas áreas de cultivos ilícitos e intervenir según sea necesario. Los primeros indicios de deforestación podrían contribuir a planificar con anticipación las acciones para mitigar los

impactos negativos en el medio ambiente y en las comunidades que habitan dichos territorios (Comisión Colombiana del Espacio, 2020). Se puede plantear un argumento similar para monitorear desastres naturales desde el espacio, pues el conocimiento detallado de las situaciones locales ayuda a hacer planes efectivos para mitigar los efectos lo más rápido posible. Los mismos recursos utilizados para el monitoreo de desastres naturales también se pueden usar para observar movimientos de refugiados, y ahora incluso se están usando satélites para detectar y documentar las actividades del crimen organizado transnacional en territorios de frontera, mejorando la coordinación que aproveche al máximo las capacidades militares y civiles, y garantizando una transición lógica entre ellas. Sumado a esto, las operaciones cibernéticas ofrecen formas completamente nuevas de rastrear y neutralizar a los oponentes.

Estos ejemplos prácticos muestran que las capacidades espaciales y cibernéticas, agregadas al poder aéreo, tienen efectos de precisión (es decir, efectos altamente enfocados al problema en cuestión) tanto para detener a un oponente, como para permitir el desarrollo posterior de una buena gobernanza sostenible. Estas capacidades pueden ser militares o civiles; por ejemplo, además de los satélites militares generalmente optimizados para fines de inteligencia, muchos satélites comerciales y drones monitorean una variedad de fenómenos. Sin embargo, coordinar el uso de estos recursos presenta el desafío clave, ya que es posible que Estados como el colombiano no puedan darse el lujo de sistemas militares aéreos y espaciales complejos y costosos, pero pueden desarrollar un cuadro de experiencia sobre cómo utilizar todos los diversos recursos de manera más efectiva, desde la planificación deliberada hasta la respuesta a la crisis.

Conclusiones

Es claro que la evolución del poder militar está estrechamente ligada al desarrollo de las capacidades tecnológicas y a la explotación de las características propias de cada dominio; aprovecha sus ventajas diferenciadoras, que mejoran los tiempos de respuesta en necesidades ofensivas y defensivas; y deja ver la evolución de aspectos como el bombardeo estratégico, el cual ya no requiere grandes aviones en el dominio del aire. Por el contrario, aparecen herramientas como los escuadrones de superioridad espacial,

que permiten el cambio dinámico entre dominios de naves y de armas para cumplir con los objetivos estratégicos.

Las aplicaciones y capacidades distintivas que ofrece la fusión de los tres dominios en el desarrollo de operaciones militares, que busca la vigilancia y la protección del importante activo que representa la Región Amazónica para Colombia, constituye una necesidad perentoria para hacer frente a las amenazas externas estatales y no estatales que flagelan los objetivos e intereses de la Nación. Esto sucede en un mundo hiperconectado donde el manejo, monitoreo y análisis de la información en tiempo real define oportunidades a muy corto plazo para tomar decisiones efectivas en las operaciones defensivas y ofensivas de neutralización de la amenaza.

En el caso puntual de la Región Amazónica, áreas tan extensas con condiciones meteorológicas tan variables perciben la explotación del dominio espacial como la mejor opción costo-efectiva para el monitoreo y análisis multitemporal de uso del suelo, de los cambios en la cobertura vegetal y de uso de los diferentes cuerpos de agua, gracias a sus características físicas. En general, los satélites de observación de la Tierra, como los satélites del programa FACSAT, en promedio pueden dar una vuelta al planeta en 90 minutos, lo que permite la toma de imágenes satelitales y la recolección de información oportuna, que junto con los otros dominios evita la degradación y la proliferación de amenazas en contra de esta importante región para la humanidad.

Los efectos sinérgicos de los tres dominios (aire, espacio y ciberespacio) exigen análisis, coordinación y toma de decisiones ajustadas al *tempo*, que define cada dominio según sus características físicas, en horas y minutos para el dominio aéreo y en segundos para el espacio y ciberespacio. Esto último propone grandes retos en doctrina, organización, material, personal e infraestructura que permitan a la Fuerza Aérea la conducción efectiva de operaciones multidominio, a fin de proteger los intereses y activos de la Nación, como la Región Amazónica, entre otros.

Referencias

Agencia Espacial Brasileña (AEB). (2021). *Amazonia 1 é lançado com sucesso e já está em órbita*. Sala de Prensa. <https://www.gov.br/aeb/pt-br/assuntos/noticias/amazonia-1-e-lancado-com-sucesso-e-ja-esta-em-orbita>

- Álvarez Calderón, C. E., Benavides González, E. G. y Ramírez Pedraza, Y. E. (2019). Geopolítica del espacio exterior: dominio estratégico del siglo XXI para la seguridad y defensa. En C. E. Álvarez Calderón y C. G. Corredor Gutiérrez (eds.), *El espacio exterior: una oportunidad infinita para Colombia* (pp 85-194). Fuerza Aérea Colombiana.
- Álvarez Calderón, C. E. y Corredor Gutiérrez, C. G. (Editores). (2019). *El espacio exterior. Una oportunidad infinita para Colombia*. Editorial ESDEG.
- Álvarez Calderón, C. E., Santafé García, J. F. y Urbano Morales, O. J. (2017). Metamorphosis bellum: ¿Mutando a guerras de quinta generación? En C. E. Álvarez Calderón (ed.), *Escenarios y desafíos de la seguridad multidimensional en Colombia* (pp. 145-248). Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Legis.
- BBC News Mundo. (2020, 7 de mayo). *Lo que se sabe de la nueva misión del X-37B, el misterioso avión orbital de la Fuerza Aérea de EE.UU.* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52584914>
- Comisión Colombiana del Espacio. (2020). *Análisis costo-beneficio para la adquisición de infraestructura satelital de observación de la Tierra*. Vicepresidencia de la República.
- Commons, A. G. (2018). *El ciberespacio es el nuevo dominio aéreo. Su superioridad en megaciudades*. <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Edicion-Hispano-americana/Archivos/Segundo-Trimestre-2018/El-ciberespacio-es-el-nuevo-dominio-aereo/>
- Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). (2017, 24 de mayo). *DARPA picks design for next-generation spaceplane*. Sala de Prensa. <https://www.darpa.mil/news-events/2017-05-24>
- Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). (2021, 1 de agosto). *DARPA initiates design of longshot unmanned air vehicle*. Sala de Prensa. <https://www.darpa.mil/news-events/2021-02-08>
- Douhet, G. (1942). *The command of the air*. Coward McCann.
- Fuerza Aérea Colombiana (FAC). (2020). *Manual de Doctrina Básica Aérea Espacial y Ciberespacial, FAC-O-B-Público* (5.ª ed.). FAC.
- Gray, C. (1996). The influence of space power upon history. *Comparative Strategy*, 15(4), 293-308. <https://doi.org/10.1080/01495939608403082>
- Kuehl, D. (2009). From cyberspace to cyberpower: Defining the problem. En F. Kramer, S. Starr & L. Wentz (eds.), *Cyberpower and National Security* (pp. 24-42), NDU Press.
- Mattelart, A. y Mattelart, M. (1997). *Historia de las teorías de la comunicación*. Ediciones Paidós. http://www.proglocode.unam.mx/sites/proglocode.unam.mx/files/Paidos_-_Historia_De_Las_Teorias_De_La_Comunicacion1%20%281%29.pdf
- Mitchell, W. (1925). *Winged Defense: The Development and Possibilities of Modern Air*. The University of Alabama Press.

- Morán, E. (1993). *La ecología humana de los pueblos de la Amazonía*. Fondo de Cultura Económica.
- Moltz, J. C. (2019). The changing dynamics of twenty-first-century space power. *Strategic Studies Quarterly*. https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/SSQ/documents/Volume-13_Issue-1/Moltz.pdf
- Omissi, D. E. (2017). *Air power and colonial control: The Royal Air Force 1919-1939*. Manchester University Press.
- Poveda Zamora, G. A. (2020). Revisión teórica y aplicación práctica de las ciencias del espacio para reducir el consumo de combustibles en cohetes y vehículos espaciales. *Ciencia y Poder Aéreo*, 15(1), 152-160.
- Pre-Foro Panamazónico. (2016, 21 de noviembre). *Defensa de la Amazonía colombiana: un compromiso con la vida y la paz*. Sala de Prensa Asociación Minga. <https://asociacionminga.co/defensa-de-la-amazonia-colombiana-un-compromiso-con-la-vida-y-la-paz/>
- Rottman, G. (2010). *World War II Battlefield Communications*. Osprey.
- Skott, K. (2018). Space Operations. *Joint Force Development*, 3-14. https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jjp3_14ch1.pdf
- Sterling, C. (2008). *Military communications: from ancient times to the 21st Century*. ABC-Clio.
- Suojanen, M. (2018). *Military communications in the future battlefield*. Artech House.
- Warden, J. (1998). *The air campaign: planning for combat*. National Defense University Press.
- Worden, S. P. y Shaw, J. E. (2005). *Whither space power?: Forging a strategy for the new century*. University Press of the Pacific.
- Zhen, L. (2021, 17 de julio). China, a step closer to developing space plane with test flight hailed as symbol of country's rise as a 'space superpower'. *South China Morning Post*. <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3141498/china-takes-step-towards-developing-space-plane-test-flight>