



## La Necesidad de una Conciencia Situacional Efectiva (SSA/SDA)

La importancia de evitar que los conflictos en la "zona gris" socaven las normas internacionales y degeneren en una guerra entre grandes potencias. Además, el despliegue de nuevas capacidades, como armas hipersónicas, sistemas autónomos, armas anti-espaciales y operaciones cibernéticas, introduce nuevas dinámicas de escalada —y poco comprendidas— que aumentan el riesgo de errores de cálculo

La idea de explorar la **mecánica de la guerra espacial**, comprendiendo las **limitaciones físicas** inherentes al movimiento orbital. se destacan **5 conceptos clave** que rigen los enfrentamientos espaciales, incluyendo la **velocidad** y **predictibilidad** de los satélites, la **vastedad del espacio**, la importancia del **tiempo** y la **lentitud de las maniobras** satelitales. analizar cómo estas leyes de la física impactan las **posibilidades de combate espacio-espacio**<sup>1</sup>, diferenciándose de las tácticas terrestres y resaltando la necesidad de considerar el **presupuesto de delta-V** para cualquier maniobra ofensiva o defensiva.

Una de las mayores limitaciones de cualquier vehículo de combate, ya sea un satélite, un avión o un tanque, es la cantidad de energía necesaria para moverlo. los aviones de combate cuentan con indicadores que muestran la cantidad de combustible restante a bordo, lo que limita su alcance. de igual manera, las maniobras espaciales se miden por el cambio de velocidad requerido. la magnitud de estos cambios de velocidad, proporcionados casi exclusivamente por los propulsores a bordo, se conoce como delta-V (denotado:  $\delta v$ ) **y se mide en metros por segundo**, cuando un satélite utiliza  $\delta V$ , se denomina combustión. un satélite está diseñado con un presupuesto de  $\Delta V$  específico que actúa como su indicador de combustible. Al igual que un piloto sabe qué distancia puede volar con un tanque de gasolina mirando el indicador de combustible, un operador de satélites planificará las maniobras basándose en el  $\Delta V$  restante en el presupuesto del satélite. Cabe destacar que, a diferencia de un avión que puede reabastecerse, una vez lanzado, un satélite no tiene la capacidad de aumentar su presupuesto de  $\Delta V$ . Aunque recientemente se ha demostrado el mantenimiento en órbita, o la capacidad de añadir  $\Delta V$  a un satélite que ha agotado su combustible a bordo,<sup>9</sup> aún se requiere un nuevo satélite. No existe una "gasolinera" orbital eficaz para reponer el  $\Delta V$  gastado de un satélite.

A la luz de lo expuesto la **Conciencia Situacional Espacial (SSA)**, y su evolución hacia la **Conciencia del Dominio Espacial (SDA)**, son capacidades fundamentales para cualquier nación en el contexto geopolítico actual.

### 1. Definición y Alcance de la SSA/SDA:

- **SSA (Conciencia Situacional Espacial)** se refiere a la capacidad de monitorear la ubicación de objetos en órbita, predecir su posición futura y advertir sobre posibles colisiones. Incluye la observación de objetos artificiales (satélites, cuerpos de cohetes, fragmentos de misiones) y naturales (asteroides, cometas, meteoroides), así como los efectos del clima espacial y los riesgos potenciales para personas y bienes en el espacio y en la Tierra. La SSA busca ubicar objetos, determinar sus posiciones y velocidades orbitales, y anticipar su destino futuro.
- **SDA (Conciencia del Dominio Espacial)** va más allá de la SSA, que se considera una "análisis pasivo". La SDA implica la identificación, caracterización y conocimiento efectivo de cualquier factor, activo o pasivo, asociado al dominio espacial que pueda afectar las operaciones espaciales. Esto incluye

---

<sup>1</sup> China Practicing 'Dogfighting in Space,' US Space Force Says <https://www.airandspaceforces.com/china-practicing-dogfighting-space-force/>



identificar las intenciones futuras, capacidades y vulnerabilidades de los objetos (un "análisis activo"). Se busca pasar de una mentalidad de SSA "benigna" a una SDA más eficaz y completa, especialmente porque el ambiente espacial se ha convertido en un dominio de combate.

## 2. Importancia Crítica de una SSA/SDA Efectiva:

- **Seguridad y Sostenibilidad Espacial:** Una SSA precisa es la base para la seguridad y la sostenibilidad en el espacio. Promueve una mejor comprensión de las condiciones cambiantes y previene colisiones que generan desechos dañinos, lo que es vital para la estabilidad y previsibilidad del sector espacial global.
- **Defensa Nacional y Proyección de Poder:** Es una capacidad fundamental para operar en el espacio y proteger los activos espaciales críticos. Es esencial para la defensa nacional y para la proyección de poder en el escenario geopolítico internacional. Permite mitigar la superioridad de los activos espaciales de los adversarios.
- **Capacidades Militares Esenciales:** La SSA/SDA es crucial para el Comando y Control (C2), el posicionamiento de armas y medios y la determinación de blancos en las Fuerzas Armadas en situaciones de conflicto, especialmente en regiones remotas. Proporciona "conciencia situacional universal" y el poder de disipar la "niebla de la guerra", ofreciendo información precisa sobre el entorno de batalla.
- **Soberanía y Autonomía Nacional:** Para asegurar la soberanía sobre los datos espaciales y la información relevante del propio territorio. Una nación sin autonomía en la generación de esta información está "siempre rehén de coyunturas y adversidades". Invertir en capacidades nacionales de SSA y SDA disminuye la dependencia de otras naciones.
- **Desarrollo Económico y Social:** Contribuye al desarrollo económico y social, garantizando la integridad de las operaciones de satélites y lanzamientos, y preservando su vida útil.

## 3. Amenazas que resaltan la necesidad de SSA/SDA:

- **Basura Espacial y Colisiones:** El creciente número de objetos en órbita (más de 4.550 satélites en septiembre de 2023, además de desechos) aumenta el riesgo de colisiones. Una colisión, incluso con fragmentos pequeños, puede destruir satélites y generar grandes cantidades de desechos que afectan los enfrentamientos posteriores. Los objetos espaciales se mueven de forma predecible, pero pueden desviarse con gran esfuerzo, lo que subraya la necesidad de un seguimiento constante.
- **Armas Antisatélite (ASAT) y Guerra Espacial:** El espacio es un dominio "contestado, disputado y congestionado", con potencias como China y Rusia desarrollando activamente capacidades contraespaciales. Estas amenazas incluyen misiles cinéticos (DA-ASAT) que destruyen satélites físicamente, así como armas no cinéticas como la guerra electrónica (jamming), láseres (que pueden cegar sensores) y ciberataques a la infraestructura terrestre de los sistemas espaciales. Los ciberataques pueden llevar a la pérdida de control de un satélite. La planificación de ataques cinéticos requiere días, semanas o incluso meses de anticipación para posicionarse.
- **Dualidad de Tecnología:** Muchos sistemas espaciales tienen un uso dual (civil y militar), lo que complica la identificación de intenciones y la aplicación de regulaciones internacionales.

## 4. Desafíos para Lograr una SSA/SDA Efectiva:



- **Intercambio de Datos Limitado:** A pesar del consenso sobre su importancia, persisten "deficiencias significativas" en el intercambio global de datos de SSA. Esto se debe a menudo a preocupaciones de seguridad nacional o competitividad comercial.
- **Coordinación entre Actores:** El creciente número de proveedores de SSA hace que la coordinación y el intercambio de información sean cruciales para evitar dar información contradictoria a los operadores.
- **Inercia y Falta de Inversión:** una "aparente inercia", por poca atención política, bajas inversiones y falta de un proyecto adecuado para la SSA, hace que los planes espaciales no presenten una definición explícita de SSA, lo que indica un posible "desfase con el movimiento político adoptado por naciones actuantes en el sector espacial".
- **Dependencia Externa:** si bien en parte la actividad del Cdo Aeroespacial puede beneficiarse de servicios de SSA/SDA provistos por EE. UU. a través de un acuerdo de intercambio, se evidencia una dependencia y falta de sensores nacionales capaces de detectar, caracterizar y monitorear objetos.

#### 5. Estrategias y Componentes Clave para una SSA/SDA Efectiva:

- **Monitoreo Continuo y Plataformas Robustas:** Es fundamental establecer un proceso continuo y formal de revisión y actualización del planeamiento de las actividades espaciales. La creación de un Observatorio del Sector Espacial es clave. Este actuaría como una herramienta para la identificación, recolección, análisis y difusión de información, utilizando conceptos avanzados de TI, ciencia de datos, Business Intelligence y algoritmos de inteligencia artificial. El sistema de información nacional debe ser la "columna vertebral" para un seguimiento y evaluación consistentes.
- **Intercambio de Datos y Colaboración:**
  - Los proveedores de SSA deben compartir alertas de conjunción, catálogos de satélites y observaciones de sensores, restringiendo el acceso solo cuando sea estrictamente necesario por seguridad o competitividad.
  - Los operadores de naves espaciales deben compartir proactivamente información más precisa sobre sus efemérides, planes de maniobra e información de contacto.
  - La información debe ser lo más abierta posible para evitar colisiones y mantener la sostenibilidad espacial.
  - La colaboración entre proveedores de SSA es esencial para alinear la información y minimizar datos contradictorios. El intercambio de observaciones es especialmente útil cuando los sensores difieren.
- **Estandarización:** Los formatos de datos deben estandarizarse según los documentos de control de interfaz internacionales para permitir un intercambio eficiente y mitigar malentendidos.
- **Formación y Capacitación:** Fomentar el desarrollo de recursos humanos calificados en ingeniería espacial y temáticas relacionadas.
- **Marco Legal y Cooperación Internacional:** Las directrices de la ONU promueven el intercambio de datos de SSA. La cooperación internacional es "igualmente crítica" para el intercambio de datos y el desarrollo conjunto de tecnologías. Los países deben comprometerse a un cierto nivel de intercambio y dialogar para un marco colaborativo.



## 6. Recomendaciones Específicas:

- **Inversión y Capacidades Nacionales:** se necesita invertir en el desarrollo de capacidades nacionales de SSA y SDA, incluyendo la adquisición de telescopios y radares de monitoreo de objetos. Esta inversión es parte del objetivo de garantizar la no dependencia en el desarrollo y control de los sistemas espaciales nacionales.
- **Coordinación Interinstitucional:** Crear un Grupo de Trabajo (GT) multidisciplinario para fomentar el programa espacial y remarcar la importancia del sector ante las esferas gubernamentales.
- **Estructura Estratégica:** la existencia de un **comando aeroespacial** que agrupe los asuntos relacionados con los dominios cibernético y espacial, siguiendo el ejemplo de China, para mejorar la interoperabilidad y facilitar la asignación de recursos.
- **Adaptación de Defensas:** Es crucial adecuar las defensas de los activos espaciales, tanto los actuales como los futuros, considerando la importancia del medio cibernético y las armas ASAT convencionales.
- **Diplomacia Espacial:** Reforzar los esfuerzos diplomáticos en organismos y tratados internacionales (como el COPUOS) para garantizar los intereses nacionales en el espacio.
- **Concientización Pública:** Consolidar activamente, en todos los sectores de la sociedad, el entendimiento sobre los beneficios directos e indirectos del sector espacial, promoviendo alta visibilidad y transparencia.

En definitiva, una **SSA/SDA efectiva y robusta** no es solo una cuestión técnica, sino una pieza fundamental de la estrategia nacional, la seguridad, la soberanía y el desarrollo en un espacio cada vez más complejo y disputado.

La **conciencia situacional espacial (SSA) para la defensa** es necesaria porque:

1. **Permite la localización y el seguimiento de satélites**, lo cual es crucial para todas las operaciones espaciales. Sin esta capacidad, sería imposible saber dónde están los activos propios y los de los adversarios.
2. Dado que las capacidades proporcionadas por los satélites son **objetivos atractivos para los adversarios en futuras guerras**, la SSA es esencial para **proteger estos activos**. Conocer la ubicación y las intenciones de otros actores en el espacio es el primer paso para la defensa.
3. La SSA contribuye al **conocimiento del dominio espacial**, que es fundamental para las operaciones. Permite a los responsables de la toma de decisiones tener una comprensión general de lo que es físicamente posible y práctico en el espacio.
4. Los ataques a activos espaciales requieren **precisión**, y la SSA proporciona la información necesaria para realizar cálculos complejos y alcanzar objetivos en el espacio.
5. La **capacidad de predecir las trayectorias de los satélites** se basa en la información de la órbita, que se obtiene a través de la SSA. Esto es vital tanto para la planificación de maniobras propias como para la detección de posibles amenazas.
6. La SSA ayuda a **mantener la conciencia del dominio espacial alrededor de los satélites propios**, lo que permite detectar y reaccionar ante un posible ataque.



7. Comprender cómo **posicionar los satélites** para fines hostiles requiere una buena SSA. Esto también implica la necesidad de ser consciente de los movimientos de otros satélites que podrían representar una amenaza.
8. En caso de un ataque, la SSA es crucial para **detectar** la amenaza y **reaccionar** ante ella de manera efectiva.
9. La SSA permite **identificar las oportunidades de encuentro** con otros satélites, ya sea de forma intencionada o casual, lo que puede ser explotado por un atacante.
10. Las **maniobras defensivas** para evitar un atacante se basan en la información proporcionada por la SSA. Sin saber la posición y la trayectoria del adversario, las maniobras evasivas serían imposibles.
11. La SSA es relevante para comprender las **amenazas de operaciones de encuentro y proximidad (RPO)**, donde un satélite se acerca a otro. Monitorear estas aproximaciones es fundamental para la seguridad de los activos espaciales.

En resumen, la conciencia situacional espacial es indispensable para la defensa porque proporciona el conocimiento necesario para operar con seguridad y eficacia en el espacio, proteger los activos propios, identificar y evaluar amenazas, y tomar decisiones informadas en un entorno complejo y estratégico.