CONFERENCIA DE DESARME

CD/1785
21 de junio de 2006

ESPAÑOL
Original: INGLÉS

CANADÁ

Documento de trabajo

VERIFICACIÓN BASADA EN EL ESPACIO: EL *PAXSAT-A* ENTONCES Y EVOLUCIÓN HASTA AHORA

Acontecimientos en el decenio de 1980 conducentes al estudio del *PAXSAT-A*

1. A principios del decenio de 1980 la ex Unión Soviética desplegaba proyectiles balísticos de mediano alcance de desarrollo reciente armados con armas nucleares en Europa oriental. Los Estados Unidos respondieron con despliegues similares en Europa occidental. La ex Unión Soviética también había venido ensayando sistemas antisatélite coorbitales basados en tierra con ojivas de fragmentación. También se estaba desarrollando para un primer vuelo de prueba en 1985 un vehículo de destrucción cinética de ascensión directa lanzado desde el aire. En relación con estos acontecimientos, cabe mencionar los esfuerzos de los Estados Unidos y de la Unión Soviética por investigar y elaborar versiones basadas en el espacio de sistemas de defensa de proyectiles antibalísticos basados en "otros principios físicos" previstos en el Tratado de 1972 concertado entre los EE.UU. y la URSS sobre la limitación de los sistemas de proyectiles antibalísticos. A la sazón, muchos pensaron que el mundo estaba a punto de embarcarse en una nueva carrera de armamentos cuantitativa, y que ésta se produciría en el espacio ultraterrestre.

2. Para el decenio de 1970 también se habían negociado con éxito acuerdos multilaterales de limitación de los armamentos, para hacer eficazmente frente a los desafíos en materia de seguridad, en particular en el espacio ultraterrestre. Si las superpotencias debían concertar un acuerdo amplio de limitación de los armamentos para el espacio ultraterrestre en el decenio de 1980, éste tendría que cumplir diversas condiciones. En primer lugar, debía ser equitativo: un Estado Parte no podía poseer una capacidad desarrollada, como un sistema antisatélite probado, mientras a otro Estado Parte se le prohibía desarrollar una capacidad análoga. Además, todo posible tratado de prohibición de las armas en el espacio ultraterrestre debía obrar en el interés de la seguridad nacional de todas las partes en el tratado, en particular respecto de las dos naciones a la sazón más poderosas. En consecuencia, la ausencia verificada de armas en un tratado de suscripción universal debía presentar una perspectiva menos riesgosa para la seguridad nacional que la dependencia nacional de una defensa imperfecta mediante armas

efectivamente desplegadas en ese ámbito. Por último, todo tratado de la época relativo al espacio ultraterrestre tendría que haber sido eficazmente verificable. Antes del Tratado sobre las fuerzas nucleares de alcance intermedio de 1987, la ex Unión Soviética no aceptaba inspecciones *in situ* como parte de un acuerdo negociado de limitación de los armamentos. En consecuencia, en el decenio de 1980 toda prohibición propuesta de armas basadas en el espacio ultraterrestre tendría que haberse podido verificar mediante sistemas de teledetección, en contraposición a los métodos de inspección antes del lanzamiento -"puntos de paso" prácticamente obligados- para verificar un tratado de limitación de los armamentos en el espacio ultraterrestre. Así, nació la necesidad del concepto de un sistema de verificación basado en el espacio que usara satélites artificiales para determinar la función de otros objetos espaciales.

3. El concepto del "*PAXSAT-A*" -contracción de "Peace Satellite" (Satélite para la paz)- fue elaborado por diplomáticos e industriales canadienses para verificar los acuerdos internacionales de prohibición de los armamentos en el espacio ultraterrestre. En el estudio del *PAXSAT-A* sobre la viabilidad de un sistema basado en vehículos espaciales para determinar la presencia de armamentos en el espacio se planteaba una cuestión fundamental, a saber, "¿pueden determinarse el papel o la función de un objeto en el espacio mediante observaciones en el espacio?". La respuesta era un sí condicional. Para ver cómo se llegó a esta conclusión es importante primero entender las ventajas que puede ofrecer el espacio ultraterrestre para diversas funciones útiles y las órbitas que se usan para ejecutar esas misiones especializadas.

Sobre el emplazamiento de armas en el espacio ultraterrestre

4. El espacio ultraterrestre puede ofrecer a las plataformas que operan en él varias ventajas sobre sus equivalentes terrestres. Un satélite puede ofrecer una visión de la Tierra entera y, por ello, se dice que es de alcance global. El espacio ultraterrestre también es un ámbito de libre acceso, garantizado por el Tratado sobre el espacio ultraterrestre de 1967. El paso de fuerzas militares en tierra exige el permiso del Estado que ejerce jurisdicción o control sobre el territorio de que se trate. Como el espacio ultraterrestre no está sujeto a jurisdicción nacional alguna, no es preciso obtener permiso previo alguno para el uso de dicho espacio de parte de ningún otro Estado, aunque en la inteligencia de que dicho espacio se usará de conformidad con las normas establecidas en el Tratado sobre el espacio ultraterrestre. Una tercera ventaja de operar en el espacio ultraterrestre consiste en que una plataforma podría presentar una respuesta rápida para atacar blancos del momento críticos en materia de tiempo, tanto en tierra como en el espacio ultraterrestre. Los proyectiles balísticos, los misiles de crucero, las aeronaves, embarcaciones y vehículos pueden precisar de un tiempo considerable para alcanzar un blanco terrestre seleccionado desde sus emplazamientos operacionales. Por último, para muchas órbitas, el espacio ultraterrestre puede representar cierto grado de supervivencia, puesto que la mayoría de las naciones no poseen vehículos de lanzamiento espacial autóctonos.

5. No importa cuán atractivos sean los vuelos espaciales para el cumplimiento de diversas misiones militares, la energía, el esfuerzo y el costo de emplazar satélites artificiales en el espacio ultraterrestre es tal que sus órbitas y diseños deben ser óptimos en relación con sus funciones. El resultado de estas limitaciones físicas, económicas y tecnológicas es que todos los satélites se encuentren en órbitas concretas definidas por sus funciones específicas. La transparencia de la atmósfera y del espacio ultraterrestre para la observación electromagnética de objetos espaciales ofrece también a todas las naciones la oportunidad de vigilar la posición de

esos objetos y postular funciones plausibles para dichos objetos sobre la base de la observación de los elementos orbitales keplerianos de un satélite.

6. Los satélites emplazados en órbitas terrestres de baja altura ofrecen la imagen más detallada de la superficie de la Tierra y están mejor situados para detectar señales electrónicas débiles procedentes de fuentes en tierra, en el mar o en el aire. En una órbita casi polar, esos satélites artificiales suelen poder teledetectar toda la superficie de la Tierra por lo menos una vez al día al girar sobre su eje. En consecuencia, los satélites meteorológicos, de reconocimiento, de vigilancia de los océanos y de inteligencia electrónica suelen emplazarse en órbitas terrestres de baja altura. Cuando una misión militar debe vigilar permanente y simultáneamente zonas de gran alcance, comunicarse con zonas de gran amplitud con receptores móviles, o trasladar grandes cantidades de datos de un punto fijo a otro punto fijo, la órbita preferida es la geostacionaria. En consecuencia, los satélites meteorológicos, de comunicaciones y de alerta temprana se encuentran todos emplazados en esta órbita especial.

7. Sin embargo, la órbita geosincrónica no ofrece las mejores condiciones para las comunicaciones con estaciones terrestres en regiones muy árticas. Así, el servicio a estas regiones suele efectuarse con vehículos espaciales desplegados en órbitas muy elípticas con sus apogeos sobre el hemisferio septentrional durante 8 horas o más de sus períodos de 12 horas. Además de esta función de comunicación, estos tipos de órbitas también se prestan para funciones de navegación y de alerta temprana. Por ejemplo, la constelación del satélite del Sistema Mundial de Determinación de Posición (GPS) usa órbitas semisincrónicas circulares para emitir señales de navegación por satélite múltiples a todos los rincones del planeta.

8. Las leyes del movimiento de Newton limitan severamente la capacidad de un satélite de pasar sin un esfuerzo considerable de una a otra órbita. Es como si se dejara caer cada satélite en el fondo de un pozo gravitacional por su colocación en determinada órbita, siendo preciso un inmenso esfuerzo para salir de ese pozo para ingresar en una órbita diferente. Así, es probable que cualesquiera armas antisatélite emplazadas en el espacio ultraterrestre se encuentren en el mismo volumen general de espacio que sus blancos potenciales, habida cuenta de la cantidad de combustible propulsor de que se necesitaría de otra forma para efectuar maniobras de intercepción rápida en el espacio ultraterrestre desde puntos distantes. Asimismo, los sistemas de bombardeo orbitales y los sistemas de defensa de proyectiles balísticos orbitales se emplazarían con mayor probabilidad en órbitas terrestres de baja altura para la cobertura ordinaria de regiones de la Tierra similares a las de muchos satélites de teledetección civiles o militares. Todas estas órbitas son las mismas que convienen para una misión de verificación del *PAXSAT-A*.

Determinación de la función de un objeto en el espacio ultraterrestre por observación

9. A primera vista podría anticiparse que la determinación de la función exacta de un objeto desconocido emplazado en el espacio ultraterrestre es una empresa sumamente difícil. Pero, tras un examen ulterior por personas especializadas en el diseño y el desarrollo de satélites artificiales, resulta que no es así. La ingeniería es un proceso reversible cuando quienes la ejercen conocen bien por igual las leyes de la física. El elevado grado de optimización inherente al diseño físico de todas las naves espaciales en sus órbitas especializadas y la información ulterior de que se dispone gracias a las señales enviadas a los satélites y recibidas de éstos en

relación con el equipo basado en Tierra u otros objetos en el espacio ultraterrestre, facilitan datos muy significativos sobre la función de un satélite desconocido.

10. En la esfera de la arquitectura se aplica el principio según el cual "la forma corresponde a la función", y el mismo principio se observa en el arte del diseño de naves espaciales por existir tantas limitaciones sobre el diseño de un satélite para satisfacer los requisitos funcionales de determinada misión. El costo de lanzamiento de los satélites al espacio ultraterrestre también significa que cada gramo de la masa de un satélite deberá aportar una contribución a una función esencial. En consecuencia, las imágenes visuales de una nave espacial son muy indicativas del propósito de un satélite desconocido. A partir de imágenes ópticas de alta resolución, en particular en relación con las aberturas, antenas y apéndices de un satélite, un intérprete experimentado puede determinar los detalles del diseño de un satélite. Si las imágenes son lo suficientemente detalladas, pueden discernirse las dimensiones de los propulsores necesarios para el control de altura y las maniobras de cambio de órbita. La identificación de estas características permitirá evaluar mejor las posibilidades de que determinado objeto espacial pudiera atacar a otro satélite en cualquier otra órbita mediante la ejecución de maniobras orbitales. Asimismo, de las dimensiones de las aberturas de la frecuencia de radio o de las aberturas electroópticas, conjuntamente con las mediciones de la potencia de radiación de un satélite, puede evaluarse la posibilidad de que determinado objeto espacial pueda interrumpir o rechazar una señal de frecuencia radial de otro objeto espacial, o dañar o destruir otro objeto espacial desde una distancia segura.

11. La medición de las dimensiones de los paneles solares de un objeto también permitirá hacer una estimación de la potencia que determinado objeto espacial sería capaz de proyectar frente a otro objeto en el espacio o en la Tierra. Si un satélite de verificación también puede obtener imágenes en la región infrarroja térmica del espectro electromagnético, podrá inferirse información importante adicional sobre el equilibrio energético y el consumo de energía de la nave espacial desconocida. Todo objeto basado en el espacio especialmente diseñado o modificado para dañar o destruir otro objeto desde una distancia considerable poseerá características especializadas para esa misión. Recuérdese, por ejemplo, algunos de los diseños conceptuales que han dimanado del programa de iniciativa de defensa estratégica de los Estados Unidos y del contraparte de la Unión Soviética entre mediados y fines del decenio de 1980.

12. Todos los objetos basados en el espacio destinados a atacar otros objetos basados en el espacio desde posiciones iniciales alejadas, tendrán también que poseer sensores característicos y capacidades de propulsión. Dichos interceptores, indistintamente de que se usen para proyectiles balísticos u otros satélites, tendrán que estar dotados de sensores con dispositivos de autodirección que les faciliten datos de orientación suficiente para que las computadoras de abordaje puedan calcular las trayectorias de intercepción necesarias. La configuración y el tamaño de los propulsores, así como el volumen interno disponible para almacenar grandes cantidades de propulsor, también son características observables que permitirán que un intérprete experimentado atribuya un índice de peligro del posible uso de determinado objeto espacial contra otros objetos. En el concepto del *PAXSAT-A* se hizo hincapié en las capacidades de teledetección tanto óptica como infrarroja desde cierto radio y en estrecha proximidad del objeto espacial que se esté investigando.

13. El funcionamiento de prácticamente todos los tipos de naves espaciales entraña un intercambio considerable de comunicación con la nave espacial respectiva. Las características

de estas transmisiones en cuanto a protocolos de comunicación, tasas de transmisión de datos, bandas de frecuencia de operación y anchos de banda, los niveles de potencia de radiación y el ciclo de operación de los transmisores y receptores en relación con las estaciones en Tierra o los objetos en el espacio ultraterrestre tienen todos un gran valor de diagnóstico para un intérprete experimentado de esas señales de comunicación. Por ejemplo, por acuerdo internacional se asignan diferentes porciones del espectro electromagnético a las señales militares y civiles. En las misiones de los satélites de teledetección también se usan frecuencias de radio diferentes a las de los satélites fijos, de navegación y móviles. La presencia de códigos en dichas señales y su grado de protección también pueden ayudar a distinguir entre funciones militares y funciones civiles. Así, la segunda carga útil más importante en la nave espacial del *PAXSAT-A* era un conjunto de medidas de apoyo electrónico para determinar los parámetros de todas las emisiones procedentes de la nave espacial que se estuviera investigando. Esta carga útil de medidas de apoyo electrónico era lo suficientemente sensible para tipificar todas las señales de frecuencia radial dirigidas asimismo hacia la nave espacial desconocida.

14. Para reunir información suficiente sobre una investigación sobre el cumplimiento, el concepto del *PAXSAT-A* propone volar con la nave espacial que se esté investigando y la realización de operaciones de estrecha proximidad con ella durante un período de hasta un año. Así, la nave espacial del *PAXSAT-A* debía tener autonomía y estar dotada de capacidad para la detección de movimientos relativos mediante un radar de capacidad similar a la del transbordador espacial usado para las citas y acoplamientos espaciales. La presencia de un radar abordo también dotaba a la nave espacial del *PAXSAT-A* de capacidad de diagnóstico adicional para calcular la masa de la nave espacial que se estuviera investigando. En estudios ulteriores se añadieron analizadores de gases al sensor para detectar materiales para láser químico y el tipo de propulsores usados por el satélite que se estuviera investigando. También se usarían detectores de radiación para identificar materiales asociados con fuentes de energía nuclear o armas nucleares.

15. El estudio sobre el *PAXSAT-A* demostró que, con mucha precisión, puede inferirse directamente por observación o mediante el proceso de eliminación, la naturaleza y la función de una nave espacial desconocida capaz de dañar o destruir otro objeto. A este respecto eran importantes dos ecuaciones, la ecuación relativa a los cohetes para las armas de "masa" y la ecuación de la potencia de radiación efectiva para las armas de "energía". En el estudio se llegó a la conclusión de que existiría cierta incertidumbre en el caso de sistemas basados más en los efectos de interferencia que en los efectos del daño o la destrucción, pero el uso de esos medios en el espacio ultraterrestre quedaría determinado con certeza si los satélites estratégicos contaran con instrumentos de detección e información de la radiofrecuencia o detectores de iluminación láser.

El concepto de operaciones PAXSAT-A

16. El concepto del *PAXSAT-A* para la verificación basada en el espacio proponía la utilización de cuatro satélites: dos se emplazarían en órbitas terrestres bajas; uno en una órbita semisincrónica; y otro en una órbita geostacionaria. El objetivo era identificar objetos o actividades de un infractor con una ventaja militar considerable. El escenario de emplazamiento preferido era el posicionamiento previo regular de los satélites *PAXSAT-A* en órbitas de aparcamiento, ya que así se evitaría la posibilidad de no poder realizar un lanzamiento puntual cuando se produjera una situación de cumplimiento. Esta estrategia evitaría también que se

llegara a una delicada situación de cumplimiento con el drama de un posible fracaso en el lanzamiento de una misión PAXSAT-A.

17. Dado que la nave espacial sólo podía cargar 3.000 kg de combustible, o alcanzar aproximadamente 3.400 m por segundo de velocidad delta, los satélites de las órbitas terrestres bajas podrían necesitar hasta 90 días para llegar al satélite que se iba a investigar. Estudios posteriores añadirían capacidad de reabastecimiento de combustible a la configuración del satélite PAXSAT-A mediante la utilización de un diseño modular o los conceptos de reabastecimiento en órbita que en ese momento se estaban desarrollando para realizar operaciones en estaciones espaciales. Esta capacidad de reabastecimiento era necesaria para ampliar el número de investigaciones que podrían realizar los satélites PAXSAT-A en órbitas terrestres bajas. Cuando una nave PAXSAT-A no estuviera investigando una nave espacial, realizaría una misión de rastreo de objetos en el espacio y aprovecharía las posibilidades de observación en sobrevuelo para recoger información adicional sobre los satélites en órbita existentes.

18. El estudio PAXSAT-A consideró que la realización de operaciones de estrecha proximidad con un satélite investigado era muy sensible, cuando no un acto de provocación. Por consiguiente, el concepto del PAXSAT-A debía funcionar como un método de verificación autorizado para acuerdos internacionales sobre la prevención del emplazamiento de armas en el espacio ultraterrestre. Se propuso que las actividades de funcionamiento de los satélites estuvieran a cargo de un órgano designado por el tratado y de acuerdo con un reglamento acordado. El estudio también propugnaba que los Estados Partes contribuyeran a la recogida de datos con medios técnicos nacionales en el marco del tratado y que la información más solicitada para compartir entre los Estados Partes fuese la recogida en el rastreo del espacio por radares terrestres e instalaciones electroópticas de seguimiento de satélites. Esta información también contribuiría a la clasificación y apoyaría las inspecciones en órbita del PAXSAT-A.

19. Las sospechas de violaciones de un acuerdo internacional descubiertas mediante la utilización del sistema PAXSAT-A serían comunicadas por uno de los Estados Partes a los demás Estados Partes. Tomando como base sus deliberaciones, se adoptarían decisiones respecto de las maniobras de un satélite PAXSAT-A para realizar una investigación y establecer un plazo aceptable para informar de sus conclusiones a los Estados Partes en el acuerdo internacional de que se tratara.

Obstáculos para el desarrollo de sistemas similares al PAXSAT-A

20. En muchos sentidos, el concepto del PAXSAT-A estaba adelantado a su tiempo. Durante el transcurso del estudio se supo que los Estados Unidos de América habían propuesto un concepto similar en los años sesenta. Ese proyecto se denominó SAINT, contracción de "satellite interceptor" (interceptor de satélites). En primer lugar, SAINT investigaba a un satélite para determinar si se trataba de un arma o no y, una vez determinado, podía conjurar la amenaza mediante la aplicación de fuerza militar. No se tiene noticia de que esa misión se haya puesto alguna vez en práctica durante la guerra fría.

21. Sin embargo, el retraso hasta nuestros días en el desarrollo de sistemas de verificación espacial mediante operaciones de proximidad se debió en parte a la existencia en los Estados con actividades espaciales más avanzadas de sistemas terrestres de verificación espacial muy capaces y menos caros. Esos tipos de sistemas tampoco prosperaron porque las principales naciones con actividades espaciales ya habían puesto en órbita sistemas muy avanzados de reconocimiento. El más reciente desastre del transbordador espacial sacó a la luz que los medios técnicos nacionales de verificación de los Estados Unidos, en particular los satélites de reconocimiento en órbita, podrían haber examinado los paneles del transbordador durante sus misiones. En el primer lanzamiento del transbordador espacial a principios de los años ochenta esa capacidad fue objeto de muchas conjeturas cuando se supo que algunos de los paneles se habían desprendido durante el vuelo inaugural del transbordador.

22. También supuso una limitación para el desarrollo de esas misiones de proximidad durante la Guerra Fría el peligro inherente de aproximarse sin notificación previa a un satélite extranjero, ya que era posible que esas aproximaciones se consideraran actos de provocación. El PAXSAT-A habría evitado ese riesgo al funcionar como medio de verificación aceptado en el marco de un acuerdo internacional. Si bien la Guerra Fría desalentó ese tipo de actividades en el pasado, el desarrollo en nuestros días de microsátélites de uso doble y algunas doctrinas militares que propugnan operaciones ofensivas contraespaciales con la utilización de esos vehículos de estrecha proximidad están volviendo a atizar nuevas sensibilidades respecto de los satélites capaces de funcionar en estrecha proximidad de otros satélites. Algunos de estos descubrimientos podrían aplicarse algún día a una función de verificación basada en el espacio, mientras que otros podrían aplicarse a actividades ofensivas contraespaciales.

Evolución reciente

23. La actual capacidad de miniaturización crea nuevos problemas de verificación en comparación con los conceptos de armas grandes de los años ochenta, aunque los satélites más pequeños deben llevar cantidades menores de propulsor para cohetes. Del mismo modo, los satélites más pequeños tendrán aberturas más pequeñas y menos potencia disponible para aplicarla a su misión principal. Por lo tanto, los satélites pequeños pensados para causar daños a otros satélites deben funcionar a estrecha proximidad de aquellos a los que pretenden atacar. Por consiguiente, estas limitaciones de las armas en miniatura basadas en el espacio darán lugar a firmas operacionales perceptibles para mejorar los sistemas capaces de evaluar la situación en el espacio.

24. No obstante, muchas de las actuales misiones de los satélites están comenzando a demostrar capacidades para realizar operaciones de estrecha proximidad y de reabastecimiento en órbita. Los ejemplos recientes más notables son el XSS-11 y las misiones Global Express de DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), el proyecto DART (Demonstration for Autonomous Rendezvous Technology) de la NASA y la misión ConeXpress de los Países Bajos. El Canadá está embarcado en la ejecución en los próximos años de dos misiones de vigilancia espacial basadas en el espacio. Una de ellas es el Proyecto Sapphire, que prestará apoyo operacional a las necesidades de la misión de vigilancia espacial de la North American Aerospace Defence Command (NORAD).

25. Lo que comienza a ser evidente por la naturaleza de la evolución continua en la esfera de las operaciones de estrecha proximidad para satélites artificiales es la necesidad de que todos los países mejoren sus capacidades de evaluación de la situación en el espacio -tanto basadas en la Tierra como en el espacio- para determinar el posible surgimiento de nuevas amenazas a sus intereses de seguridad nacional en un nuevo ámbito.