



CAPÍTULO I

EL PODER ESPACIAL Y LA SEGURIDAD MULTIDIMENSIONAL*

*Carlos Enrique Álvarez Calderón
CR. Santiago Murillo Colmenares
MY. Jenny Lorena Hernández Jara
CT. Jonathan Camilo Urbina Carrero*

*Este capítulo hace parte del Proyecto de Investigación de la Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales, *Desafíos y Nuevos Escenarios de la Seguridad Multidimensional en el Contexto Nacional, Regional y Hemisférico en el Decenio 2015-2025*, el cual hace parte del Grupo de Investigación Centro de Gravedad de la Escuela Superior de Guerra General Rafael Reyes Prieto, reconocido y categorizado en (A1) por COLCIENCIAS, con el código COL0104976; así como del proyecto de investigación de la Maestría en Ciencias Militares Aeronáuticas de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana CT. José Edmundo Sandoval, 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 COLCIENCIAS, registrado con el código COL0140489.

1. El Poder de Las Estrellas

La mayoría de las civilizaciones humanas habrían mostrado a lo largo de la historia, cierta reverencia por el cosmos y su contenido. En efecto, el movimiento cíclico del Sol, la Luna, los planetas y las estrellas, representaría un tipo de perfección inalcanzable para los mortales y, el acaecimiento regular de la salida del Sol y del ocaso lunar, habrían dado a los antiguos una sensación de orden y seguridad, así como un pilar estable en donde anclar sus pensamientos. Si el Sol nunca se pusiera y la Luna jamás se desvaneciera, las medidas humanas del tiempo se tendrían que haber basado únicamente en la biología, es decir, en el corazón palpitante, los ritmos circadianos o los ciclos menstruales, porque "la periodicidad ha sido siempre parte de lo que somos" (Newton, 2004, p. 4).

Pero los ciclos celestes se repetían sin cesar, ofreciéndose como una medida natural del tiempo en la cual los seres humanos podían confiar; tanto así, que el estudio del cosmos fue posiblemente la primera ciencia humana en la historia, ya que las personas tenían que dar sentido a lo que veían en el cielo, y usarlo para interpretar el resto del mundo; la cosmología, en el sentido elemental de un interés por el mundo natural y los fenómenos celestiales, sería anterior a la ciencia y podría llegar a rastrear-se varios miles de años antes de que los humanos aprendieran a escribir y leer¹. En efecto, existiría evidencia de que hace más de 20.000 años, los seres humanos hacían muescas en los huesos de los animales y pintaban hileras de puntos en las paredes de las cuevas para marcar los días de un ciclo lunar, tal como puede evidenciarse con el hueso Lebombo, descubierto en las montañas que bordean Sudáfrica y Suazilandia, y que dataría alrededor del año 35.000 a.C.²

1. Parte del arte rupestre encontrado en las cuevas de Lascaux en Francia y en las de Altamira en España, tendría un significado astronómico, ya que serían dibujos que podrían simbolizar el Sol y las fases de la Luna. Si es así, existiría evidencia de que el Homo Sapiens tuvo un sentido de asombro ante el Universo hace más de 20.000 años.

2. Se especula que muchos de los primeros huesos del calendario con muescas fueron conservados por mujeres para controlar los ciclos menstruales.

Entonces, desde los albores de la historia humana, el conocimiento de los cielos informó de los ritmos de la vida y del dominio del territorio, ya que la astronomía iba de la mano de la agricultura, el comercio, la migración y, por supuesto, de la guerra. Además, la observación atenta del movimiento estelar crearía y marcaría el tiempo, siendo un misterio sagrado y un conocimiento estratégico a partir del cual los astrónomos ejercían el control y servían a los poderosos. En definitiva, comprender los ritmos del cielo era un medio para conocer el carácter y el destino de todas las cosas; las primeras culturas y sus gobiernos centrales requerían métodos oficiales para organizar el tiempo, especialmente cuando se necesitaba planificar actividades, ya que los sacrificios, los festivales, la siembra y la cosecha, la recaudación de impuestos, los turnos de trabajo y las oraciones diarias se llevaban a cabo en intervalos predecibles. Por ejemplo, en el Alto Egipto, los agricultores necesitaban saber cuándo, la estrella Sirio, la más brillante del cielo, aparecería justo antes del Sol naciente, porque con ello se anunciaba la crecida del río Nilo (Wells, 1996).

Por ende, las sociedades antiguas estudiarían el movimiento de objetos celestes para ayudarse a controlar el tiempo, guiarse en la caza y la siembra, controlar la fertilidad³, determinar los principios de liderazgo y comunidad, así como para predecir y explicar los eventos terrestres (Krupp, 1997). Posteriormente, la astronomía sería esencial para regular el calendario y, finalmente, para navegar y construir mapas; previamente a la cartografía de los territorios, países y continentes, la gente memorizaba mapas imaginarios del cielo. En efecto, mucho antes de que existieran astrolabios, sextantes o relojes portátiles de precisión para establecer la distancia, la latitud y la longitud, los seres humanos midieron su posición sólo con sus ojos puestos en el cielo. Por ende, el cosmos era una guía bastante útil para saber cuántos días de viaje se necesitaban para llegar al oasis más cercano, especialmente si el camino se extendía a través de un océano inexplorado, pantanos misteriosos, dunas inestables o pastizales sin fin.

Como el cielo se vinculaba a casi todos los aspectos de la cultura humana, la astronomía se convertiría en una parte del triunvirato de estrellas, seres y espíritus que dominaba la cosmología de muchas culturas antiguas; por consiguiente, se encontraría a la astronomía antigua entrelazada con el mito, la religión y la astrología. De acuerdo con Robbins (2000), tanto confiaban los antiguos en el Sol y en la Luna, que los deificaron, y las representaciones de estos luminares como objetos de adoración terminarían adornando los templos religiosos y simbolizados en la escultura y otras obras de arte. Por

3. Ya que de su conocimiento se anticipaba cuando el ganado daría a luz y los huevos de las aves podrían ser robados de los nidos.

consiguiente, los antiguos seguirían al dios Sol adondequiera que fuese, señalando su aparición y su desaparición con gran meticulosidad, ya que su regreso a cierto punto del horizonte les indicaba cuándo sembrar, cuándo inundaría el río sus riberas o cuándo llegaría la época de los monzones; por ejemplo, para los bosquimanos africanos la aparición en el firmamento de las estrellas Canopus y Cappella marcaría el advenimiento de la temporada de lluvias, una señal para dispersarse en grupos más pequeños (Snedegar, 2000).

Asimismo, diversas culturas asociarían sus mitos fundacionales con el cosmos. Por ejemplo, los egipcios creían que el cielo estaba formado por el cuerpo arqueado de la diosa Nut (De Young, 2000); los hawaianos, en cambio, que el dios Kane hizo el Sol, la Luna y las estrellas, y los colocó en el espacio vacío entre el cielo y la tierra (Chauvin, 2000). Por su parte, en el mito inca, Manco Capac y sus hermanos y hermanas eran en realidad hijos del Sol, mientras que el de los navajos en Norteamérica, sostenía que el Sol se formaba a partir de una pieza perfecta de turquesa y la Luna de una pieza perfecta de concha blanca (Dearborn, 2000). Y como los antiguos desplegaban considerables esfuerzos para rendir tributo a sus deidades celestes, no debería sorprender que principios astronómicos desempeñaran una función central en el diseño de los centros ceremoniales en que adoraron a sus dioses, como las grandes pirámides egipcias, las estatuas de la Isla de Pascua o las enormes cabezas olmecas en México.

Stonehenge sería quizás el ejemplo más famoso de una estructura antigua que, según se cree, tendría una función astronómica; en 1964, el astrónomo Gerald Hawkins teorizaría que los megalitos, erguidos desde hace 5.000 años en la planicie del sur de la Gran Bretaña, constituían un calendario de piedra en el que cada componente estaría colocado de manera deliberada y precisa para que se alineara con fenómenos astronómicos que tenían lugar en el horizonte local (Kragh, 2007). En el altiplano de México, el proyecto del gran centro ceremonial de Teotihuacán parecería haberse organizado para armonizarse con las posiciones del Sol y otras estrellas; y casos similares podrían encontrarse en los restos arqueológicos en la Península de Yucatán, Perú, Chile y Colombia (Aveni, 1996). Tal sería el caso del observatorio solar de los muiscas conocido como "El Infiernito"⁴, ubicado en el Parque Arqueológico de Monquirá en Colombia; un rectángulo en dirección oriente a occidente comprendido por dos filas de 30 columnas fállicas, destinado tanto a recibir el Sol en su aparición en el horizonte, como para seguirlo y observarlo en su movimiento hasta la culminación en el cenit. Éste era un fenómeno que los sacerdotes muiscas determinaron por medio de pilares

4. El nombre de "Infiernito" fue acuñado por los conquistadores españoles, ya que, en su concepción, la talla de los falos (que para la cultura de los Muiscas eran símbolo de fecundidad de los campos), solo podía ser obra del demonio.

o torres erigidos a cielo abierto, con el fin de registrar las sombras que marcaban sobre el piso y los solsticios del inicio y el final del verano y del invierno.

Por tanto, habría evidencia del uso y desarrollo de calendarios en prácticamente todas las culturas antiguas, que revelaban el orden, la regularidad y los ritmos cíclicos del Universo. Existían calendarios luni-solares, solares y lunares; pero ningún número redondo de ciclos lunares coincide con la duración del año solar, una discrepancia que daría lugar a continuos problemas con los calendarios. En efecto, varias culturas tempranas siguieron un año de 12 meses, mientras que otros de 13; pero, a pesar de las discrepancias, en algún momento a mediados del quinto milenio antes del nacimiento de Cristo, los egipcios contaban el número correcto de días enteros en un año e idearon un calendario solar de 365 días que comenzó con el ascenso de Sirio, registrado el 19 de julio del 4236 a.C.⁵ (Wells, 1996). De manera similar, en Mesoamérica el calendario era uno solar de 365 días que se combinaba con un calendario ritual lunar de 260 días y el ciclo de Venus de 584 días (Broda, 2000). Unos serían utilizados enteramente para fines religiosos y ceremoniales, otros más seculares, con fines de orientación. Algunos años nuevos comenzarían con el levantamiento de las Pléyades o la primera vista tenue de la Luna creciente; otros tuvieron dos temporadas y no se dividieron en meses, mientras que algunos estaban mucho más cerca del calendario gregoriano⁶.

No obstante, todos los calendarios tendrían que lidiar con la composición del mes intercalar; esto se haría de maneras novedosas en diferentes civilizaciones, llegando algunos calendarios a ser sorprendentemente precisos dadas las herramientas limitadas con las que se contaba para construirlos. A diferencia del día solar, el mes lunar, el año terrestre u otros ciclos celestes que los antiguos pudieron observar, las subunidades de tiempo como la hora, el minuto y el segundo serían, por el contrario, resultado de la preferencia cultural y matemática; sociológicamente, el tiempo dividido en subunidades sugería la aparición de la supervisión, estandarización e incluso penalización del trabajo. Como resultado, aparecerían los primeros relojes, ya fuesen basados en una sombra en movimiento (el obelisco o el reloj de sol), en el fluido de una corriente de agua (la clepsidra)⁷, o en un péndulo oscilante. Entonces, los sume-

5. Posiblemente la fecha registrada más antigua de la historia.

6. Por ejemplo, los aztecas seguían un sistema de dieciocho meses de veinte días, con un resto de cinco días.

7. Las clepsidras eran relojes de agua que medían el tiempo mediante el flujo regulado de un líquido; más que marcar la hora como los relojes, cumplían un papel similar al de los cronómetros actuales con ayuda de marcas en las vasijas que contenían o recibían el agua. Eran utilizadas cuando los relojes de sol no podían ser usados, sobre todo de noche. Su invención se disputa entre la civilización egipcia y la babilónica, pero un jeroglífico egipcio atribuye su autoría a Amenemhat quien inventó una clepsidra en honor al rey Amenhetep I (1514-1494 a.C.). No obstante, este artilugio lo usarían persas, griegos, romanos, chinos, entre otros; en los campamentos romanos se utilizaban para medir las guardias, y en los tribunales griegos y romanos para repartir de forma equitativa los turnos de palabra.

rios dividirían el día en doceavos, y cada doceavo en trece, mientras que los egipcios dividirían el día y la noche en doceavos (dando nacimiento al día de 24 horas); por su parte, a los babilonios se les ocurrió la fracción de una hora en 60 minutos y de un minuto en 60 segundos (Breasted, 1935).

Además de medir y marcar el tiempo, las primeras civilizaciones tenían el desafío de mapear el cielo cósmico, ya que, si éste era la fuente de la fortuna y el desastre, la prudencia exigía que las estrellas y las constelaciones que se rastreaban fuesen atentamente demarcadas y monitoreadas. Algunos primeros astrónomos chinos dividieron el cielo en cinco palacios; en nueve campos, 12 ramas terrenales o 28 mansiones lunares. Por su parte, los primeros astrónomos de Mesopotamia dividieron el horizonte oriental en los caminos de tres dioses, con 60 estrellas fijas y constelaciones que se alzaban dentro de dichos caminos, mientras que astrónomos babilonios posteriores dividieron el cielo en 12 segmentos, cada uno asociado con una constelación encerrando a su vez 30 grados de la trayectoria anual del Sol a través del cielo, formando las 12 constelaciones clásicas del zodiaco occidental.

Adicionalmente, los días de celebración y festividades importantes se podían señalar de manera efectiva valiéndose del calendario celeste. Dotadas de conocimientos matemáticos y un método para llevar registros, las primeras sociedades podían afinar y ampliar su conocimiento de la astronomía posicional, y al cabo de varias generaciones, con la ventaja de un registro “escrito”, pudieron aprender a predecir fenómenos celestes (como los eclipses), con mucha anticipación. Durante el primer milenio a.C., astrónomos de Mesopotamia y China (al servicio de monarcas, señores de la guerra y sacerdotes), compilaron registros sistemáticos de lo que sucedía ante sus ojos, desarrollando sistemas e instrumentos para predecir lo que pudiese ocurrir en el futuro; por ejemplo, alrededor del 500 a.C., astrónomos de Babilonia habían ideado formas matemáticas de predecir las fechas de las lunas nuevas y completas, mientras que el primer registro conocido de una serie de eclipses solares (acontecidos entre el 720 y el 480 a.C.), proviene de China. Incluso, para el 200 a.C., los astrónomos de la corte china habían comenzado a registrar la mayoría de los fenómenos celestes visibles a simple vista, tanto cíclicos como episódicos, como auroras, cometas, meteoritos, manchas solares, novas y supernovas, así como los trayectos de los planetas mes a mes (Tseng, 2011).

La supuesta relación entre las actividades en el Universo y los asuntos de Estado en la Tierra haría, por consiguiente, que este registro se mantuviera como una actividad reservada, o en el lenguaje moderno, como un secreto de Estado. En este orden de

ideas, qué gran ventaja no tendría la élite sobre sus seguidores con aquel acervo de conocimientos en su repertorio, indicando una conexión entre el poder político y poder divino. En efecto, algunas sociedades como los incas y los chinos reconocerían una conexión entre el cielo y la tierra, que utilizarían para dotar a sus líderes con mandatos celestiales (Xiaochun, 2000). Es decir, cuanto más pudiera demostrar su conocimiento astronómico un gobernante, comandante militar o sacerdote, especialmente con respecto a la predicción de eventos como eclipses o cometas, más poder político, militar o espiritual terrenal podría llegar a ejercer.

En efecto, la línea entre lo religioso y lo secular era muy estrecha o inexistente y, como en el caso actual, aquellos con la ciencia y tecnología más sofisticadas tenían un mayor estatus y capacidad de poder e influencia; es decir, estar en contacto con el cielo siempre habría demostrado ser beneficioso. La historia de Cristóbal Colón y el eclipse lunar de 1504 sería un ejemplo de ello: con sus barcos en mal estado, Colón sufriría la amenaza de la detención en el suministro diario de alimentos por parte de los indígenas nativos; pero Colón tendría una astuta idea, ya que al estar en posesión de los conocimientos acerca de un próximo eclipse total de Luna (calculado para el 29 de febrero de 1504), utilizaría este conocimiento amenazando a los indígenas con que haría desaparecer la Luna si éstos no le suministraban a Colón los alimentos que requería. Y efectivamente, la Luna desaparecería; en consecuencia, los indígenas aterrizados, pedirían a Colón traer la Luna de nuevo. Este incidente ilustraría cómo el conocimiento de los fenómenos espaciales ayudaría en la construcción de las jerarquías humanas del poder. En el caso mencionado, el conocimiento de la mecánica celeste permitiría a Colón la pretensión de ser capaz de predecir el futuro y, por tanto, de estar en relación con los poderes celestiales. Por ende, desde que existe la humanidad, hombres y mujeres habrían dirigido sus miradas a los cielos, influyendo el espacio exterior en casi todos los aspectos de la vida humana, se sea consciente de ello o no.

Efectivamente, el espacio nunca fue visto en la antigüedad como una esfera autónoma y distante; los cielos eran el lugar de los dioses, de la vida futura y del destino, razón por la que la astrología y la astronomía iban de la mano en Babilonia, Egipto, China, India, América y la Europa del Renacimiento. Por ello, cualquier logro cultural estuvo relacionado de alguna manera con la capacidad del ser humano de "leer las estrellas", ya que al comenzar a comprender que el cielo se constituía en una fantástica máquina del tiempo, las civilizaciones pudieron planificar y predecir (el nacimiento de Jesús fue anunciado a través de una estrella). No en vano, la construcción de los calendarios se encontraría entre los más importantes logros de la historia, ya que per-

mitió a la humanidad establecerse, vivir una vida más sedentaria, plantar, crecer y tener tiempo libre para perseguir otros deseos y ambiciones. Por ende, el “poder de las estrellas” daría forma a la existencia, permitiéndole al ser humano comprender quién era, de dónde provenía y hacia qué lugar debería dirigirse. Esa es la dimensión cultural del espacio; un logro fascinante de la evolución humana.

En resumen, fascinación, ignorancia, sumisión y superstición, se conjugarían en una gran mezcla de variables a las que podía sacarse provecho. La fascinación es poderosa, ya que se constituye en motor del descubrimiento humano; la humanidad encontraría fascinante lo que no podría obtener, así como aquello que estaría más allá de su comprensión; y el Universo se adaptaría a todas estas categorías. La fascinación atribuida al espacio exterior se alimentaría de lo inexplicable y lo misterioso, y en la actualidad, una buena parte de la fascinación con relación al espacio ultraterrestre se inspiraría en el conjunto de nuevos descubrimientos científicos y desarrollos tecnológicos cuyas aplicaciones impactarían las condiciones y oportunidades de la vida contemporánea, así como de las perspectivas del futuro inmediato. Y uno de los acontecimientos más importantes de los últimos 62 años habría sido la capacidad de situar astronaves en órbitas exteriores a la atmósfera terrestre para el cumplimiento de muy variadas misiones. Además de tener una fascinación propia, la era de los vuelos espaciales ha traído una inmensa ventaja también para la astronomía, abriéndose literalmente una nueva ventana para estudiar el espacio exterior, ya que los satélites sacan provecho de encontrarse fuera del molesto velo de la atmósfera, y las sondas espaciales interplanetarias puede acceder ahora a algunos objetos de interés que antes no estaban al alcance de la humanidad.

2. La Carrera Espacial

2.1 Antecedentes

Al parecer, los chinos fueron los primeros en usar cohetes propulsados con pólvora como un instrumento de guerra y para fuegos artificiales, hacia el 904 d.C. Para el año 1232 de la era cristiana, los ejércitos en China ya usarían estas “flechas de fuego” contra los mongoles que estaban asediando la ciudad de Kai-fung-fu, y según una antigua leyenda de principios del siglo XV, el oficial chino Wan-Hoo intentaría volar a la Luna utilizando una silla a la que se sujetaron cuarenta y siete cohetes (después de la ignición y cuando el humo se había disipado, la silla y Wan-Hoo habían desaparecido) (Zhen, 2000).

Por su parte, los científicos europeos experimentarían con la tecnología de cohetes entre los siglos XIII y XV, usándolos principalmente como armas de fuego. En la batalla de Guntur en 1780, las fuerzas indias hicieron un uso extensivo de cohetes en contra de los británicos, así como durante la guerra británico-estadounidense de 1812, en donde la Royal Navy bombardearía con cohetes el Fuerte McHenry en Baltimore (Mayer, 2011). En 1844, William Hale mejoraría enormemente la precisión de los cohetes al agregar una combinación de aletas de cola y boquillas pequeñas para dar un giro estabilizador al artefacto durante el vuelo. Desde entonces, la tecnología militar europea vería misiles reemplazados por artillería y nuevamente por misiles, dependiendo de las capacidades de ataque de cada tecnología.

A principios del siglo XX surgirían varios científicos importantes de cohetes, entre ellos Konstantin Tsiolkovsky y Robert Goddard, todos ellos inspirados en la literatura de ciencia ficción que había sido escrita en el siglo XIX, como la novela "De la Tierra a la Luna", una de las primeras obras literarias sobre viajes espaciales publicada por Jules Verne en 1865⁸. Sin embargo, los efectos principales de tal obra devendrían 30 años después, cuando una nueva generación leyó la novela, entre ellos el autor inglés H.G. Wells, quien escribiría asimismo "La guerra de los mundos" en 1898. En la época de Verne y Wells, muchas personas de Europa occidental y Estados Unidos tenían ideas de cohetes, propulsores y cápsulas que eran solo eso: ideas. Pero incluso entonces, había un puñado de hombres en todo el mundo que trabajaban con entusiasmo en los cohetes destinados a fines más prácticos, que el de aparecer en las páginas de novelas de ciencia ficción.

A la cabeza en el impulso hacia el espacio se encontraba Konstantin Tsiolkovsky nacido en 1857, quien se sintió atraído por la ciencia desde una edad temprana, influenciado inicialmente por el trabajo de Jules Verne. Tsiolkovsky y los que lo siguieron, aplicaron la tercera ley del movimiento del científico inglés Sir Isaac Newton al estudio de los cohetes y la ciencia, en donde por cada acción, habría una reacción igual y opuesta. Esta ley significaba que el poder creado por el gas y los humos de un cohete se movería hacia atrás y que el cohete avanzaría con la misma fuerza. En consecuencia, Tsiolkovsky elaboró la teoría y el principio del cohete de múltiples etapas en 1903, publicando un informe que sugería el uso de propelentes líquidos para cohetes, con el fin de lograr un mayor rango (Kojevnikov, 2011).

8. El libro *De la Terre à la Lune, Trajet direct en 97 heures*, describía con detalle científico los desafíos que habría que resolver para lograr enviar un objeto a la Luna. El título original de la novela incluía la estimación que el autor hacía de la duración del trayecto (97 horas), es decir, cuatro días y una hora. Lo interesante sería que un siglo y cuatro años después, la NASA realizaría el primer viaje tripulado a la Luna, con una duración de cuatro días.

Posteriormente, el interés en la tecnología de cohetes sería retomado por los militares durante la Primera Guerra Mundial; por ejemplo, fuerzas francesas utilizarían cohetes para atacar globos de observación enemigos. Asimismo, Estados Unidos contrataría a Robert Goddard para el desarrollo de misiles durante la Gran Guerra (Mayer, 2011), y con el apoyo financiero de la Fundación Guggenheim, continuaría su trabajo hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando nuevamente fue empleado por los Estados Unidos para trabajar en cohetes RATO (Rocket Assisted Take-Off). Nacido en Massachusetts en 1882, Goddard escribió en 1919 un artículo para la revista *Smithsonian*, que especulaba sobre la posibilidad de un vuelo espacial (una idea extraída de la lectura de “La guerra de los mundos”, así como del libro de Hermann Oberth sobre viajes en cohete al espacio exterior de 1923, que inspiraría a toda una generación de entusiastas del espacio).

Como resultado, Goddard utilizaría oxígeno líquido y gasolina como propulsores para su primer lanzamiento de cohete de combustible líquido, parcialmente exitoso, el 16 de marzo de 1926 y, posteriormente diseñaría, construiría y lanzaría una gran cantidad de cohetes para el gobierno de los Estados Unidos, entre 1932 y 1945, en el desierto de Nuevo México (Lehman, 1963). De modo que, al momento de su muerte en agosto de 1945, Goddard tuvo la fortuna de saber que los cohetes habían pasado de una idea divertida a una ciencia genuina, por lo que la ciencia ficción (inspirada en Julio Verne, H. G. Wells y Hermann Oberth), se había convertido en un hecho científico en manos de hombres como Tsiolkovsky y él mismo.

Mientras tanto, el ejército alemán desarrollaría un nuevo interés en la tecnología de cohetes, debido a que si bien el Tratado de Versalles prohibía la artillería pesada, no tenía claras disposiciones sobre el uso de misiles; por ende, cuando los nazis llegaron al poder en Alemania, acelerarían el desarrollo de la tecnología de misiles reclutando expertos de las numerosas sociedades espaciales y de cohetes, como el científico Wernher von Braun, creador del misil balístico A4/V-2 (Spangenburg y Moser, 1995). Sin embargo, al finalizar la Segunda Guerra Mundial, Wernher von Braun y su equipo se rendirían a las fuerzas estadounidenses, junto con el conocimiento científico alemán con relación a esta tecnología, que sería posteriormente aprovechado por las fuerzas militares de los Estados Unidos. Al mismo tiempo, las fuerzas británicas utilizarían el conocimiento de varios ingenieros alemanes y se apoderarían de cohetes V-2 durante la Operación Backfire⁹, al igual que la Unión Soviética, que gracias a la información

9. La Operación Backfire fue una maniobra científica militar para adquirir tecnología alemana. Los estadounidenses ya habían retirado la mayor parte de la tecnología de cohetes V2 de la fábrica subterránea alemana de Mittelwerk, en el campo de concentración Mittelbau-Dora, cerca de Nordhausen. Por tanto, antes de que los soviéticos tomaran el control de esa área, los británicos tuvieron la oportunidad de reunir material, pudiendo ensamblar piezas suficientes para construir ocho cohetes V2.

científica obtenida, desarrollaría uno de los programas de cohetes más avanzados. En conclusión, a partir de la década del 50, Estados Unidos, Reino Unido y la Unión Soviética usarían cohetes derivados del V-2 para la investigación de la atmósfera superior y el desarrollo adicional de misiles balísticos para propósitos militares.

2.2 La Era Espacial del Siglo XX

La era espacial iniciaría formalmente en 1957, durante la celebración del Año Geofísico Internacional, un ejercicio de 18 meses de duración que representaría el mayor esfuerzo de investigación cooperativa llevado a cabo hasta ese momento (más de 70 Estados), en torno al estudio del planeta Tierra y del Sistema Solar. Se eligió el año 1957, porque coincidía precisamente con el de máxima actividad solar, lo cual generaba gran interés para algunas investigaciones en el campo de la geofísica, entre las que destacaba el estudio de las "auroras boreales, rayos cósmicos, geomagnetismo, glaciología, gravedad, física de la ionosfera, determinaciones de la longitud y la latitud, meteorología, oceanografía, sismología y actividad solar" (Millán, 2000, p. 207).

Empero, el acontecimiento más sensacional durante el Año Geofísico Internacional sería la puesta en órbita del primer satélite artificial, el *Sputnik 1*, cuyo lanzamiento el 4 de octubre de 1957, inauguraría oficialmente la carrera espacial del periodo de Guerra Fría. En efecto, la Unión Soviética y los Estados Unidos tenían la intención de enviar satélites a órbita en algún momento durante el Año Geofísico Internacional, siendo los soviéticos los primeros en lograrlo. Llamado *Sputnik* (compañero de viaje), este satélite soviético de aluminio de 84 kilogramos de peso viajaría a 28.000 kilómetros por hora, orbitando la Tierra cada 96 minutos durante tres semanas, tiempo en el cual transmitiría por radio datos atmosféricos a la Tierra (Willard, 2007).

Ante este acontecimiento, los estadounidenses se mostraron nerviosos y absolutamente aprensivos sobre su futuro, ya que una de las creencias centrales que impulsaba a la sociedad estadounidense en aquel momento, era la idea de que los científicos e ingenieros norteamericanos eran los más capaces y preparados del mundo; y, justo cuando se estaban acostumbrando a la idea de que los rusos los habían superado, se sorprendieron nuevamente al enterarse que el *Sputnik 2* (lanzado el 3 de noviembre de 1957), pesaba más de 453 kilogramos y llevaba un perro (llamado Laika), con el objetivo de probar cómo reaccionarían los seres vivos al desafío de la ingravidez (Siddiqi, 2000).

Después de que los rusos lanzaron el *Sputnik 2*, el presidente de los Estados Unidos, Dwight Eisenhower, se sintió obligado a aliviar las preocupaciones de su nación a tra-

vés de un discurso televisivo, solo cuatro días después del lanzamiento del segundo *Sputnik*:

Sabemos de su riguroso sistema educativo y sus logros tecnológicos. Pero vemos que todo esto sucede bajo una filosofía política que pospone una y otra vez la promesa a cada hombre de que se le permitirá ser él mismo y disfrutar según sus propios deseos, el fruto de su propio trabajo. Hace mucho que hemos tenido pruebas recientemente, pruebas muy dramáticas, de que incluso bajo un sistema así es posible producir algunos logros materiales notables. Cuando tal competencia en las cosas materiales está al servicio de los líderes que tienen tan poca consideración por las cosas humanas, y que controlan el poder de un imperio, hay peligro para los hombres libres en todas partes (Eisenhower, como se citó en Witkin, 1958, p. 36).

Si bien Eisenhower admitió la importancia de los logros soviéticos, insinuó mayores logros estadounidenses por venir, solicitando un renovado esfuerzo estadounidense en las áreas de ciencia, tecnología y educación superior:

Deberíamos, entre otras cosas, tener un sistema de pruebas a nivel nacional de estudiantes de secundaria; un sistema de incentivos para que los estudiantes de alta aptitud persigan estudios científicos o profesionales; un programa para estimular la enseñanza de buena calidad de las matemáticas y las ciencias; provisión de más instalaciones de laboratorio, y medidas, incluidas becas, para aumentar la producción de docentes calificados (...) necesitamos científicos. En los próximos diez años, dicen que los necesitamos por miles más de los que ahora planeamos tener (Eisenhower como se citó en Witkin, 1958, p. 40).

Con base en lo anterior, si las escuelas secundarias y universidades estadounidenses querían continuar recibiendo ayuda financiera del gobierno federal, tendrían que producir más científicos e ingenieros, y, por tanto, menos sociólogos, filósofos o abogados. Pero, aunque el presidente Eisenhower quería más científicos, todos sabían que dicho esfuerzo tardaría años en materializarse, por lo que Estados Unidos tendría que confiar por el momento en las mujeres y los hombres que ya venían trabajando en sus departamentos científicos. En este orden de ideas, la Marina de los Estados Unidos y la Fundación Nacional de Ciencia habían estado trabajando en su programa satelital denominado *Vanguard*, y luego, en un trabajo mancomunado entre las fuerzas militares y el Laboratorio de Propulsión a Chorro, en el desarrollo del satélite *Explorer*¹⁰.

10. El Ejército de los Estados Unidos había estado experimentado con cohetes desde 1945, cuando detuvo a unos 100 prisioneros.

En consecuencia, para enero y febrero de 1958¹¹, Estados Unidos lanzaría sus primeros satélites, el *Explorer 1* y el *Explorer 2*. La primera etapa después del despegue del *Explorer 1* levantó el misil 96 kilómetros en los primeros 150 segundos, siguiendo un vuelo costero de unos 240 segundos; luego, la dramática segunda etapa elevó el cohete hasta 321 kilómetros sobre la tierra. Finalmente, los intervalos de la tercera y cuarta etapa llevaron al cohete al doble de la altura y pusieron el pequeño satélite en órbita a 28.968 kilómetros por hora (Harvey, 2018). Con el *Explorer 2*, los científicos estadounidenses detectaron que, a 965 kilómetros sobre la tierra, los niveles de radiación eran 150 veces más altos que los aceptables para los humanos; además, descubrieron que había una serie de cinturones en la esfera de radiación que ayudaban a proteger la atmósfera de la tierra de la radiación solar.

Para 1959, los Estados Unidos también colocarían en órbita el primer satélite espía del programa *Corona*, que consistió en una serie de satélites de reconocimiento estratégico estadounidenses producidos y operados por la Agencia Central de Inteligencia, con una asistencia sustancial de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. Los satélites *Corona* se usaron para la vigilancia fotográfica de la Unión Soviética, la República Popular de China y otras áreas, desde junio de 1959 hasta mayo de 1972. El programa comenzaría bajo el nombre de *Discoverer*, como parte del programa de reconocimiento y protección del satélite WS-117L de la Fuerza Aérea Estadounidense, a partir de las recomendaciones y diseños de *RAND Corporation*. Los satélites *Corona* utilizaron una película especial de 70 milímetros, con una cámara de longitud focal de 24 pulgadas (610 mm); fabricada por *Eastman Kodak*, la película era inicialmente de 0,0003 pulgadas, con una resolución de 170 líneas por 0.04 pulgadas (1.0 mm) de película. El contraste fue de 2 a 1; en comparación, la mejor película de fotografía aérea producida en la Segunda Guerra Mundial generaba solo 50 líneas por mm de película¹².

neros alemanes de alto nivel después de la Segunda Guerra Mundial. Esos alemanes, que habían trabajado en el programa de cohetes V-2 de Hitler, pasaron un tiempo en una isla en el puerto de Boston antes de ser trasladados a White Sands, Nuevo México, para formar el núcleo de un nuevo programa de misiles de los Estados Unidos. Para 1949, ya instalados en Alabama, habían desarrollado los inicios de un programa de misiles estadounidense y, una vez que el Vanguard TV3 se estrelló contra el suelo el 6 de diciembre de 1957, fue el turno del Ejército de los Estados Unidos de intentar lanzar un satélite al espacio.

11. La brecha percibida entre los programas espaciales de los Estados Unidos y la Unión Soviética llevaría a los estadounidenses a acelerar sus esfuerzos, dando como resultado el establecimiento de la Agencia Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) en 1958.

12. La película se recuperaba de la órbita a través de una cápsula de reentrada diseñada por *General Electric*, que se separaba del satélite y caía a tierra. Después de que finalizaba el intenso calor de la reentrada, el escudo térmico que rodeaba el vehículo se desechaba a 18 km, desplegándose un sistema de paracaídas. La cápsula estaba destinada a ser atrapada en el aire por un avión, remolcando una garra aerotransportada; no obstante, después de que se informara sobre el aterrizaje accidental de un vehículo de reentrada y su descubrimiento por parte de unos agricultores venezolanos a mediados de 1964, las cápsulas ya no se etiquetaban como "secreto", sino que se ofrecía una recompensa en ocho idiomas por su regreso a los Estados Unidos.

Posteriormente, para 1961, Yuri Gagarin se convertiría en el primer hombre en el espacio, seguido un mes después por el estadounidense Alan Shepard¹³; por ende, hacia la primera mitad de la década de 1960, a través de los programas soviéticos *Vemink* y *Vozhod*, y los estadounidenses *Mercury* y *Gemini*, ambas superpotencias obtendrían una valiosa experiencia en vuelos espaciales tripulados¹⁴. De igual modo, Canadá, Gran Bretaña y Francia lanzarían sus primeros satélites, uniéndose al “club” de Estados con la capacidad y la voluntad de llegar al espacio exterior.

Durante la década de 1960, los soviéticos y norteamericanos también concentraron sus esfuerzos en un aterrizaje tripulado en la Luna, con los soviéticos a la delantera (al menos en un principio). En 1959, la sonda espacial soviética *Luna 2* se convirtió en el primer objeto hecho por el hombre en golpear la Luna, y en 1966, la nave espacial soviética no tripulada *Luna 9* realizó el primer aterrizaje suave en la Luna (Siddiqi, 2000). Como consecuencia de la probada ventaja soviética en la carrera espacial hasta finales de la década de los 50, el presidente John F. Kennedy (con tan sólo cuatro meses en la Casa Blanca), se dirigió el 25 de mayo de 1961 a una sesión conjunta del Congreso de los Estados Unidos para pronunciar un segundo discurso del Estado de la Unión sobre “Necesidades Nacionales Urgentes”, ante senadores y representantes estadounidenses (así como a una audiencia televisiva nacional). Kennedy declararía: “creo que esta Nación debería comprometerse a lograr el objetivo, antes de que termine esta década, de aterrizar a un hombre en la Luna y devolverlo a la Tierra de manera segura” (Logsdon, 2010, p. 1).

16 meses después de su discurso del Estado de la Unión, y ante una multitud de 40.000 personas congregadas en la Universidad Rice de Houston, Kennedy pronunciaría su discurso espacial más memorable, al justificar el esfuerzo de viajar a la Luna:

Elegimos ir a la Luna en esta década y hacer otras cosas, no porque sean fáciles, sino porque son difíciles, porque ese objetivo servirá para organizar y medir lo mejor de nuestras energías y habilidades, porque ese desafío es uno que esta-

13. Existen diferentes criterios para determinar quién ha logrado el vuelo espacial humano. La *Fédération Aéronautique Internationale* (FAI), define el vuelo espacial como cualquier vuelo que supere los 100 kilómetros sobre el nivel del mar, una definición reconocida por la mayoría de los países. En contraste, en la década de 1960, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos otorgó la calificación de “astronauta”, a los pilotos militares y civiles que volaron aviones a más de 80 kilómetros del nivel del mar. No obstante, siguiendo el criterio de la FAI, al 17 de junio de 2018, un total de 561 personas de más de 38 nacionalidades han ido al espacio; hasta el año 2013, 533 personas alcanzaron la órbita terrestre, 24 viajaron más allá de la órbita terrestre baja y 12 caminaron en la Luna. Los viajeros espaciales han pasado más de 29.000 días-hombre (o un total acumulado de más de 77 años) en el espacio, incluyendo más de 100 días-hombre de paseos espaciales.

14. Dentro los hitos espaciales durante la década de 1960, cabría destacar también que el avión cohete *X-15* alcanzaría el espacio en vuelo horizontal y el satélite estadounidense *Telstar* permitiría la primera transmisión transatlántica de señales de televisión, desde los Estados Unidos hacia Gran Bretaña y Francia. Asimismo, en 1962, el *Mariner 2* realizaría el primer sobrevuelo interplanetario al pasar por el planeta Venus.

mos dispuestos a aceptar, uno que no estamos dispuestos a posponer, y uno que pretendemos ganar (Kennedy, como se citó en Logsdon, 2010, p. 1).

A pesar de que la decisión de enviar astronautas a la superficie lunar se tomó durante la administración Kennedy, el presidente habría sido un candidato muy poco probable para decidir enviar estadounidenses a la Luna, ya que había mostrado poco interés en cuestiones espaciales en su tiempo como senador por el partido demócrata, o durante su campaña presidencial. Según Sidey (1964), quien tuvo estrechos vínculos con Kennedy, “de todos los principales problemas que enfrentó Kennedy cuando llegó al cargo de presidente, probablemente era sobre el espacio el que menos sabía y entendía” (p. 98).

Empero, solo tres meses después de su toma de posesión y después de que la Unión Soviética enviara al cosmonauta Yuri Gagarin al espacio, Kennedy pidió a sus asesores un programa espacial que prometiese resultados dramáticos en los que Estados Unidos pudiese ganar, y la respuesta llegaría menos de tres semanas después: enviar astronautas a la superficie de la Luna como un impresionante logro espacial para vencer a los soviéticos. Por consiguiente, y como preparación para las misiones tripuladas a la Luna, la NASA lanzaría las misiones no tripuladas *Ranger*, *Surveyor* y *Lunar Orbiter*; y tanto los Estados Unidos como la Unión Soviética desarrollarían las naves tripuladas *Apolo* y *Soyuz*, respectivamente. En diciembre de 1968, el *Apolo 8* se convirtió en la primera nave espacial tripulada en orbitar la Luna, y el 21 de julio de 1969 el *Apolo 11* aterrizó en la Luna, convirtiendo a Neil Armstrong y Buzz Aldrin en los primeros seres humanos en poner un pie en otro cuerpo celeste (Mayer, 2011).

A principios de la década de 1970, también entraron a la carrera espacial Japón y China, quienes lanzarían sus primeros satélites. Mientras tanto, a partir de 1972, la Unión Soviética lanzaría varias estaciones espaciales de la serie *Salyut*, mientras los Estados Unidos lanzaban la estación espacial *Skylab*. En 1973, la NASA comenzaría el desarrollo de un transbordador espacial reutilizable y lanzaría el *Pioneer X* (la primera nave espacial que abandonó el Sistema Solar). En 1975, fue fundada la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés), y en el mismo año, una nave espacial *Apolo* atracó con su homóloga *Soyuz* en órbita, anunciando un futuro promisorio en materia de cooperación espacial entre ambas superpotencias. En 1977, las sondas *Voyager 1* y *Voyager 2* comenzaron su gran recorrido por el Sistema Solar, al tiempo que las *Viking 1* y *Viking 2* aterrizaban en Marte, brindando a los científicos oportunidades únicas para obtener un mayor conocimiento sobre otros cuerpos celestes (Mayer, 2011). Para 1979, la ESA lanzaba su primer cohete *Ariane*, y la India su primer satélite.

Hacia la década de los 80 se llevaría a cabo el primer vuelo de un transbordador espacial, en 1981. Asimismo, la ESA desarrollaría el módulo espacial *Spacelab*, que podría caber en el compartimento de carga del transbordador espacial de la NASA, con el fin de crear un espacio de trabajo adicional para la investigación científica. En 1984, el presidente Ronald Reagan anunció la intención de construir la estación espacial *Freedom* (que eventualmente se convertiría en la Estación Espacial Internacional), y en 1986 la estación espacial soviética *Mir* sería lanzada al espacio¹⁵. Los años 80 también verían nuevos pasos hacia la militarización del espacio; además del Programa de Defensa de Misiles (SDI, por sus siglas en inglés), la Fuerza Aérea de los Estados Unidos desarrollaría el Misil Antisatélite *ASM-135* (ASAT, por sus siglas en inglés), probándose por primera vez en 1985. La década de 1980 también sería testigo del surgimiento de dos nuevos actores del espacio: Israel lanzaría su programa espacial militar y ayudaría a Sudáfrica a establecer uno por su cuenta. Posteriormente, la Guerra del Golfo Pérsico se establecería como un evento importante en la historia de las aplicaciones espaciales militares, ya que los satélites de comunicaciones estadounidenses y británicos, así como los de reconocimiento y alerta temprana, desempeñarían, a partir de 1991, un papel importante en prácticamente todas las operaciones militares¹⁶.

En 1990, el telescopio espacial *Hubble* se colocaría en órbita¹⁷, y en 1993, la tripulación del transbordador *Endeavour* realizaría varios paseos espaciales para repararlo. También durante esa década, muchos astronautas internacionales trabajarían en la estación espacial *Mir*; el programa más notable fue el *Shuttle-Mir*, que permitió a los astronautas de los Estados Unidos adquirir una valiosa experiencia en misiones espaciales de larga duración. En 1995, la sonda espacial *Galileo* llegaría a Júpiter, y dos años más tarde, el módulo de aterrizaje *Mars Pathfinder* y el vehículo que lo acompañaba, aterrizaron en Marte. En 1998, el primer segmento de la Estación Espacial Internacional se puso en órbita, y un año más tarde, la *Sea Launch Company* (un consorcio internacional liderado por Boeing creado para lanzar satélites desde una plataforma en el Océano Pacífico), realizó su primer lanzamiento de prueba.

15. Desafortunadamente, ese mismo año, el transbordador espacial *Challenger* explotaría trágicamente poco después del despegue, muriendo los siete astronautas a bordo.

16. Incluso durante la Guerra de las Malvinas de 1982, las fuerzas militares británicas se beneficiaron en gran medida del uso de los servicios por satélite.

17. El observatorio orbital consiste esencialmente en un telescopio óptico cuyo espejo primario tiene un diámetro de 2,4 metros; consta de cinco instrumentos científicos para analizar las radiaciones que les hace llegar el telescopio y que van desde el infrarrojo próximo hasta el ultravioleta medio.

2.3 La Era Espacial del Siglo XXI

Un nuevo punto de inflexión en la historia de la carrera espacial se daría en 2001, cuando el empresario estadounidense Dennis Tito se convirtió en el primer turista espacial que pagó y visitó la Estación Espacial Internacional, dando visibilidad a un aparente "nuevo" actor del espacio: el sector privado¹⁸. Pero en 2003 se produjo un gran revés, cuando el transbordador espacial *Columbia* se desintegró al volver a la Tierra, matando a los siete astronautas a bordo (incluyendo al primer astronauta israelí, el coronel Ilan Ramon). Sin embargo, ese mismo año, Yang Liwei se convertiría en el primer "taikonauta"¹⁹ chino que orbitara la Tierra en la nave espacial *Shenzhou 5*. En enero de 2004, los dos *rover* de exploración marcianos *Spirit* y *Opportunity* comenzaron a explorar el planeta rojo, al tiempo que George W. Bush anunciaba la puesta en marcha del programa *Constellation*, que contemplaba misiones tripuladas a la Luna y Marte; ese mismo año, *SpaceShipOne*, la pionera nave espacial tripulada de financiación privada, realizaba su primer vuelo.

En 2006, la NASA lanzaba la nave espacial *New Horizons*, con el objetivo de estudiar el planeta enano Plutón en 2015. Este evento estableció un registro para la exploración detallada más lejana de un objeto del Sistema Solar. La sonda continuó su viaje hacia el espacio profundo, visitando en enero de 2019 a "Ultima Thula", una roca congelada a 6,5 mil millones de kilómetros de la Tierra, localizada en el "cinturón de Kuiper", la banda de material congelado que orbita alrededor del Sol a más de 2 mil millones de kilómetros del planeta Neptuno (el octavo de los planetas clásicos), e incluso a 1.5 mil millones de kilómetros más allá del planeta enano Plutón (figura 1).

18. Como puede constatarse en la carrera espacial del siglo XX, empresas privadas jugaron un papel importante en los esfuerzos estadounidenses por alcanzar y usufructuar el espacio, cómo *Boeing* y *General Electric*.

19. En Occidente, a un viajero espacial de China se le llama "taikonauta", basado en los escritos de Chiew Lee Yik y Chen Lan, donde el término *tàikōng* (gran vacío), significa "espacio" en chino. No obstante, en China, el término *yuháng yuán* (navegador del Universo) se usa para el viajero espacial. Por su parte, un "astronauta" es cualquier persona entrenada por la NASA para viajar y realizar tareas en el espacio; este término deriva de las palabras griegas *ástron* (estrella), y *nautis* (marinero). Mientras que, en la Federación Rusa, un viajero espacial recibe el nombre de *космонавт* o "cosmonauta", que se deriva de las palabras griegas *kosmos* (Universo), y *nautis* (marinero). Por su parte, en Francia, a un viajero espacial se le llama *spationaute* o "espacionauta", que se deriva del latín *spatium* (espacio), y griego *nautis* (marinero).

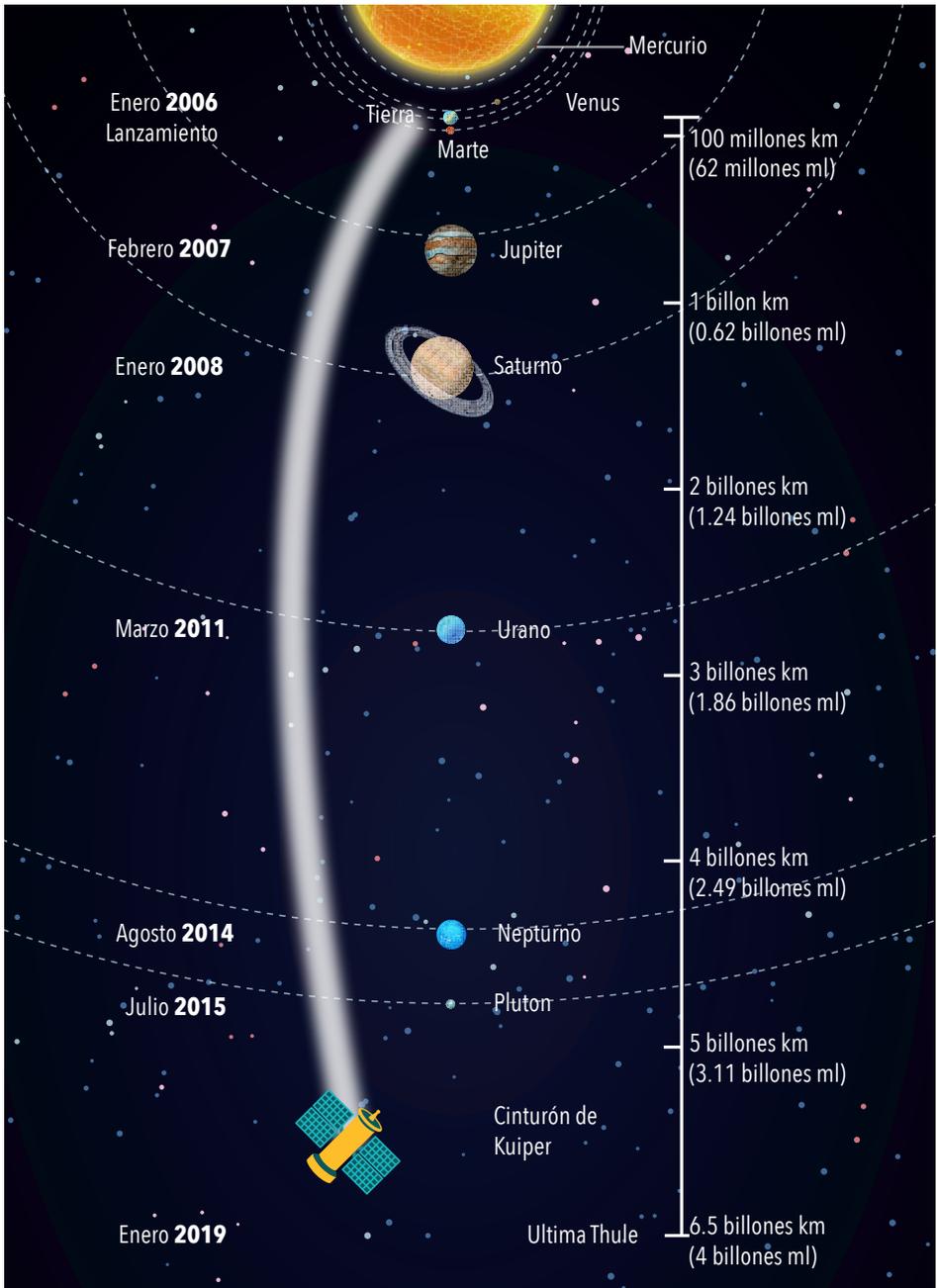


Figura 1. Trayectoria de New Horizons a enero de 2019
Fuente: Siddiqi (2018, p. 244)

La esperanza es que el curso de la nave espacial pueda modificarse ligeramente para visitar al menos un objeto más del cinturón de Kuiper durante la próxima década, gracias a que *New Horizons* debería tener suficientes reservas de combustible para poder hacerlo (Siddiqi, 2018); la longevidad de la batería de plutonio podría incluso permitirle registrar su salida del Sistema Solar. Las dos misiones *Voyager* de la década de 1970 ya han abandonado la heliosfera (la burbuja de gas expulsada del Sol y que marcaría la frontera del dominio del Sistema Solar), siendo la *Voyager 2* la última en lograrlo, en noviembre de 2018. No obstante, *New Horizons* nunca igualará a las *Voyagers* en términos de distancia recorrida desde la Tierra, ya que, si bien fue la nave espacial más rápida lanzada en 2006, continúa perdiendo terreno frente a las misiones más antiguas (en razón a que las *Voyagers* obtuvieron un aumento de velocidad gravitacional cuando pasaron los planetas exteriores)²⁰.

En 2007 se lanzó *Dawn*, la primera nave espacial con motor de iones que visitó dos cuerpos celestes del Sistema Solar. En diciembre de 2009, la NASA lanzó por primera vez el sucesor previsto para el transbordador espacial, el *Ares 1*. En abril de 2010, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos lanzó el avión espacial militar *X-37*, mientras que, durante la primera década del siglo XXI, Brasil continuó sus esfuerzos para lanzar un satélite por su cuenta y surgieron varias empresas privadas en ese campo, especialmente *SpaceX* con su lanzador de satélites *Falcon 1*.

Por su parte, China lanzó en 2011 su primer laboratorio espacial, *Tiangong 1*, cuyo nombre se traduce del mandarín como "palacio celestial", siendo visitado por los taikonautas chinos en 2012 y 2013; terminaría su vida operativa en marzo de 2016, volviendo a la Tierra en 2017. Para reemplazarlo, China envió su segundo laboratorio espacial de 10,4 metros de largo en 2016: *Tiangong 2*, de 9.5 toneladas (8.6 toneladas métricas). Cuenta con habitaciones mejoradas e infraestructura de soporte vital, lo que facilitaría las estadías más largas de los miembros de la tripulación visitantes. El laboratorio espacial ascenderá a una altura de 393 kilómetros, la misma en la que operará la futura estación espacial de China para 2022, de 60 toneladas (54 toneladas métricas) o más²¹. Como se tiene previsto que la ISS deje de funcionar en 2024, la estación espacial china dirigida por los militares, ofrecerá una alternativa prometedorra, convirtiendo a este país en el único en tener una estación espacial permanente; asimismo, los científicos chinos estarían fabricando un telescopio tipo *Hubble*, para que orbite cerca de la estación espacial planeada.

20. Mientras que *Voyager 1* ahora se está desplazando a casi 17 km/s, *New Horizons* lo estaría haciendo a 14km/s.

21. A modo de comparación, la Estación Espacial Internacional (ISS, por sus siglas en inglés), que ha alojado a las tripulaciones de astronautas en rotación de forma continua desde noviembre de 2000, pesa alrededor de 440 toneladas (400 toneladas métricas). Cabe destacar que China no forma parte del consorcio internacional que opera la ISS.

En noviembre de 2014 la NASA, junto con la ESA, volvía a hacer historia al conseguir que la sonda *Philae* aterrizase sobre el cometa *Rosetta*; este hito confirmó la existencia de compuestos orgánicos en la superficie del cometa, considerados precursores de la vida (Sidiqqi, 2018). A su vez, Japón lanzó en 2014 la sonda *Hayabusa 2* del Centro de Lanzamiento de Tanegashima en el extremo sur de Japón. Llevaba una serie de cargas útiles de instrumentos para la recopilación de muestras de roca y suelo del asteroide *Ryugu*, el cual alcanzó en junio de 2018. El 21 de septiembre del mismo año, *Hayabusa 2* lanzó dos *rovers* en *Ryugu*, que rápidamente devolvieron imágenes y el primer video enviado desde la superficie de un asteroide; asimismo, el 5 de abril de 2019 detonaría una carga explosiva que perforó un cráter en *Ryugu*, para recolectar rocas frescas que no han sido alteradas por eones de exposición al ambiente del espacio. Se esperaría que *Hayabusa 2* regrese a la Tierra en 2020 junto con su tesoro rocoso.

En 1996 comenzaría la planificación por parte de la NASA, en colaboración con 17 países y sus diferentes agencias espaciales, para la creación del telescopio espacial que sustituiría al *Hubble*; el proyecto es conocido como *James Webb Space Telescope* (JWST), y su ensamblaje estaría casi por terminar. El JWST es al día de hoy el proyecto más costoso de la NASA, con un presupuesto de US\$8.000 millones, y su montaje sería uno de los más complejos realizados por el hombre en el espacio exterior, ya que una vez que sea lanzado en 2021, su despliegue sería algo similar al de una pieza de origami en el espacio, a 1.5 millones de kilómetros de la Tierra (lo que lo haría inalcanzable para que los astronautas puedan repararlo en caso de alguna avería). Su tamaño total y peso será de la mitad del *Hubble*, pero su espejo primario tendrá 6,5 metros, seis veces más grande que el del *Hubble*, lo que permitirá captar la luz de las primeras estrellas y galaxias que han viajado por miles de millones de años hasta nuestro Sistema Solar. Además, será el encargado de sondear las atmósferas de planetas potencialmente habitables fuera de la galaxia de la Vía Láctea²², como *Kepler 452-B* y otros 29 mundos fuera del Sistema Solar.

En definitiva, la carrera por la conquista del espacio ha proporcionado un poderoso instrumento para avanzar en el conocimiento científico del Universo, así como del propio planeta Tierra. En este sentido, los planes espaciales de todos los países y entidades activas en las nuevas tecnologías del espacio, incluirían, aparte de las aplicaciones civiles y militares, importantes programas científicos cuyos resultados continuarían aportando un inmenso caudal de descubrimientos del espacio profundo.

22. La Vía Láctea (que en latín significa "camino de leche"), es la galaxia en donde se encuentra nuestro Sistema Solar y el planeta Tierra; su diámetro medio se estima en unos 200.000 años luz, según los últimos hallazgos. Contendría entre 200.000 y 400.000 millones de estrellas, y la distancia desde el Sol hasta el centro de la galaxia sería de alrededor de 25.766 años luz. La Vía Láctea forma parte de un conjunto de unas cuarenta galaxias llamado Grupo Local, y es la segunda más grande y brillante tras la galaxia de Andrómeda.

Si bien la competencia espacial entre las superpotencias habría demostrado ser un poderoso catalizador de la exploración espacial, no debería ser el principal factor. La cooperación en actividades espaciales tiene una larga tradición, y en la actualidad, los Estados rara vez iniciarían un programa espacial sin participación de alguna entidad extranjera. Las razones para llevar a cabo la cooperación son múltiples, pero básicamente los Estados cooperan cuando esto beneficia sus propios intereses. Una cooperación exitosa requiere la satisfacción de los intereses y necesidades de todos los socios; sin embargo, no todos los Estados consideran importante la cooperación internacional, y algunos (como China), aún preferirían trabajar individualmente en el desarrollo de sus propias capacidades espaciales. No obstante, el hecho de fomentar la cooperación puede ser visto como una necesidad de generar una gran estrategia que promueva el cumplimiento de los objetivos nacionales (Álvarez, Corredor y Vanegas, 2018), particularmente para Estados con un nivel de desarrollo tecnológico menos avanzado, como lo sería el caso colombiano.

3. Teoría del Poder Espacial

Después de casi dos siglos de investigación y siete décadas de práctica real, la noción del vuelo espacial habría entrado en el ámbito del uso maduro de este tipo de tecnología. Al igual que con todas las novedades tecnológicas exitosas, este proceso de maduración se podría destilar esencialmente en cuatro fases (Sterling, 1992): la primera estaría caracterizada por el descubrimiento o la investigación real que resulta en el despliegue de un prototipo que muestre algún potencial técnico que antes no haya sido observado. Con relación a la tecnología espacial, esto correspondería aproximadamente a la era que comenzó a fines del siglo XIX, con los ensayos técnicos de Tsiolkovsky sobre satélites artificiales, así como las pruebas en coherencia de Goddard en las décadas de 1920 y 1930.

La segunda consistiría en clasificar varias propuestas en las que se podría aplicar la nueva tecnología. En el contexto espacial, esto atañería a un periodo que comenzó a fines de la década de 1930, con la adaptación de los cohetes de la *Wehrmacht* alemana a los misiles V-2, y durante la Guerra Fría, en los usos de la tecnología espacial para la observación de la Tierra, comunicaciones, posicionamiento global y exploración científica.

La tercera fase de la madurez tecnológica sería la de aceptación, por lo que el uso de una tecnología ya no se consideraría una novedad. Ésta correspondería al presente,

en el cual el acceso al espacio exterior y sus actividades relacionadas ya no son un dominio exclusivo de un puñado de Estados, sino por el contrario, de un conjunto de ellos, con niveles asimétricos de desarrollo económico y tecnológico, así como de actores privados con significativas capacidades espaciales. A medida que la demanda de servicios espaciales continúe en franco aumento (como por ejemplo, la televisión satelital y las conexiones de alta velocidad a Internet), la absorción de los servicios espaciales como una faceta indispensable de la vida cotidiana del ser humano se volverá inevitable; en efecto, ya es muy difícil imaginar la vida cotidiana sin el uso de teléfonos inteligentes, de información precisa en materia de horario y ubicación, o de pronósticos meteorológicos y comunicaciones confiables desde cualquier ubicación.

La cuarta y última fase sería aquella del uso ubicuo; aunque la utilidad del espacio aún no ha alcanzado esta fase final de madurez, se han dado los primeros pasos puesto que la tecnología es filtrada a través de todos los niveles de la sociedad; la telefonía y la televisión representarían dos tecnologías de este tipo, por cuanto su uso y tenencia en el hogar moderno no solo son ya comunes sino indispensables. No es demasiado difícil imaginar la madurez tecnológica en su forma vaga en algún momento dentro de los próximos 50 años. Si bien ya han aparecido servicios de localización y comunicaciones basadas en el espacio, la minería y el turismo espacial, así como los primeros pasos tentativos hacia la colonización humana del espacio, parecerían estar dentro del ámbito de lo posible en muy poco tiempo.

En consecuencia, y a medida que las actividades espaciales comienzan a madurar, ha iniciado un reconocimiento generalizado de la comunidad internacional con relación a la creciente importancia del espacio exterior; tanto así, que Estados Unidos, China, Rusia y otros actores han llegado a ver a sus industrias espaciales como activos económicos y políticos cada vez más importantes. Por su parte, bajo la dirección de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la comunidad internacional ha venido debatiendo estatutos y reglamentos que regulan las actividades en el espacio ultraterrestre, percibiéndose una oportunidad para la toma de decisiones sin las restricciones del razonamiento de equilibrio bipolar de poder que había caracterizado el periodo de Guerra Fría. Por tanto, ha habido desde la década de 1940, discusiones sobre la necesidad de desarrollar una teoría del poder espacial; y en un intento por formular tal teoría, algunos estrategas han notado las similitudes de las operaciones espaciales con las de las operaciones aéreas y navales. En consecuencia, muchos han intentado derivar una teoría del espacio claramente articulada, que abarcaría todo a través de la analogía y la comparación con los modelos de control aéreo o marítimo.

Pero a pesar de los esfuerzos anteriores para desarrollar una teoría espacial nueva e integral, estrategias como Gray (1996) han lamentado la falta de una teoría que aborde las operaciones espaciales y los intereses nacionales asociados, ya que, sin ese marco estratégico para el espacio exterior, algunos temen que los recursos nacionales y la fuerza militar se utilicen de manera deficiente o incluso contraproducente en su aplicación. En efecto, como resultado del aumento de interés en el espacio exterior, distintos académicos de la comunidad espacial habrían expresado la necesidad de una teoría integral del poder espacial (DeBlois, 1997; Jusell, 1998; Klein, 2004; Klein, 2006; Johnson, 2007; Peoples, 2011; Straub, 2015; Pollpeter, 2016; Johnson, 2017), similar a las teorías estratégicas expresadas por Mahan (1894), Corbett (1911) y otros entusiastas del poder marítimo, así como de las teorías de Douhet (1921), Mitchell (1925) y otros teóricos del poder aéreo.

Según DeBlois (1997), los Estados Unidos ya se perfilaban como una importante potencia marítima a inicios de la Primera Guerra Mundial, posiblemente superada solo por Gran Bretaña; en efecto, gracias a la construcción del Canal de Panamá, al mantenimiento de varias bases en el extranjero, así como de una estructura de fuerza conformada por más de dos docenas de acorazados y una próspera base industrial concentrada en el comercio exterior, los Estados Unidos demostraban su deseo de dominar el hemisferio occidental. Sin embargo, 25 años antes, ese mismo Estado no tenía territorios en el extranjero, solo contaba con unos pocos acorazados modernos, un ejército dispersado en su propia frontera, una economía basada en el comercio interno y una población que todavía se consideraba a sí misma como una democracia de base agraria.

Entonces, ¿qué sucedió para cambiar drásticamente el enfoque estratégico de los Estados Unidos, en un periodo de tiempo relativamente corto? Pues bien, una combinación única de factores contribuiría al surgimiento del poder naval estadounidense durante la primera década del siglo XX. Uno de los principales factores sería la aclamada visión del poder marítimo de Mahan (1894), que proporcionaría un medio operativo claro para que un poder marítimo emergente pudiera alcanzar el estatus internacional. Esa visión resonaría con una cultura estratégica cada vez más consciente de su posición internacional (Álvarez, Ramírez y Castaño, 2018), así como con un joven y dinámico presidente, Theodore Roosevelt, quien reconoció el potencial de los Estados Unidos como líder mundial, así como del mecanismo para lograrlo: el poder marítimo. Y si la popular base teórica de Mahan (1894) y el respaldo presidencial no hubiesen sido suficientes, entonces el crecimiento tecnológico (cañones sin humo, motores de turbina y submarinos), los éxitos navales en la Guerra Hispanoamericana de 1898, así como una creciente amenaza

del poder de la armada alemana en el Pacífico, darían el impulso final a la constitución de una armada norteamericana muy capaz.

Por tanto, Estados Unidos se encontraba a principios de siglo XX en el umbral de la preeminencia del poder marítimo que lo consolidaría en el sistema internacional (Potter, 1981), a partir de las teorías de Mahan (1894) y Corbett (1911), unos recursos necesarios, una economía no comprometida, una inmediata motivación, y una visión común que apoyaba tecnologías específicas. Del mismo modo, los razonamientos de Mitchell (1925) y Douhet (1921), resultarían fundamentales para configurar las fuerzas aéreas de los Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, Italia y Japón en las décadas del 20 y 30 del siglo XX. En consecuencia, en una encrucijada histórica como la que se experimentaría en la actualidad, algunos estrategas argumentarían que los Estados con presencia en el espacio ultraterrestre, necesitarían una teoría general sobre la cual planificar sus programas nacionales y regular sus industrias espaciales.

No obstante, en su afán por ilustrar el predominio del espacio en asuntos militares y nacionales, muchos entusiastas del espacio han intentado utilizar como analogía al poder aéreo, ya que el lapso relativamente corto en el que se desarrollaron, probaron y refinaron las máquinas voladoras para un uso cada vez más sofisticado, combinado con su reciente posición en la historia, haría que el poder aéreo fuera un modelo atractivo para la comparación, hasta el punto que el actual entorno espacial se compararía a menudo con el entorno aéreo inmediatamente posterior a la Primera Guerra Mundial. Sin embargo, esta comparación fallaría en muchos aspectos; de acuerdo con Bowen (2019), a diferencia de su antecesor aéreo de las décadas de 1920 y 1930, no ha habido guerreros en el espacio, ni armas disparadas desde el espacio contra objetivos terrestres. En cambio, lo que existiría son numerosos sensores no tripulados y relés de comunicaciones que se han convertido en la clave de las fuerzas que operan en los medios de comunicación de tierra, mar y aire, ya que aparte de los comandos para mantener una nave en una órbita deseable, existiría poco control sobre los activos espaciales por parte de las organizaciones espaciales militares de los principales Estados que participan del espacio ultraterrestre²³.

23. Por ende, en lugar de comparar el espacio con el estado de guerra aérea posterior a la Primera Guerra Mundial, una mejor analogía sería la de retroceder la línea de tiempo aproximadamente de 30 a 40 años (a una era anterior al vuelo motorizado), cuando los globos servían como único método de vuelo. Aunque bastante limitado en comparación con el vuelo a motor, los globos encontraron de hecho alguna utilidad militar limitada durante el siglo XIX, particularmente en la Guerra Civil estadounidense y en la Guerra Franco-Prusiana. Si bien esta analogía tampoco sería infalible, sí sostendría algunos elementos de comparación. Por ejemplo, los globos mostraron una capacidad limitada de maniobra, estando siempre a merced del viento y el clima; los cambios de velocidad y dirección solo podrían verse afectados por un experto en aerostatos que alterase su altitud, haciendo uso de corrientes de viento variables. De manera similar, los satélites también están a merced de los elementos naturales (gravedad de la Tierra y clima solar), y solo los operadores expertos que utilizan la mecánica orbital para cambiar de posición y velocidad, lograrían maniobras limitadas de los satélites actuales.

La razón de este estado de cosas es simplemente la relativa inmadurez de la tecnología, los sistemas y los conceptos de empleo espaciales. Si bien un punto de vista muy extendido dentro de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos sería que la Guerra del Golfo Pérsico representaría la primera guerra espacial de la historia, esta afirmación no sería del todo exacta, ya que, aunque dicho conflicto bélico estaría repleto de ejemplos de apoyo espacial para las fuerzas terrestres, careció de una confrontación en el espacio ultraterrestre. Pero el hecho de que las operaciones espaciales actuales y los principios derivados de ellas sean demasiado limitados para ser de mucha utilidad, no es razón para que no se intenten obtener beneficios a corto plazo²⁴. En otras palabras, el temor de parecer históricamente ingenuo no sería una razón válida para abstenerse del desarrollo de una teoría del poder espacial, ya que la experiencia espacial de casi un siglo, junto con las tendencias tecnológicas y políticas a corto plazo, podrían y deberían servir de base para el avance de una teoría estratégica sobre el poder espacial, en relación con la seguridad multidimensional de los Estados del siglo XXI.

Algunos autores como Peter (2010) y Harding (2013) consideran que la teoría del poder espacial es principalmente un instrumento que permitiría predecir su importancia, profundizar en las motivaciones de los Estados que participan en el espacio exterior, o teorizar altruistamente cuál pudiese ser la mejor manera de asegurar los beneficios del espacio para la "sociedad global". Sin embargo, la predicción y el análisis en profundidad de las motivaciones fundamentales del "comportamiento", no serían competencia de la teoría estratégica, más allá de considerar cómo las características políticas y los objetivos de la guerra influirán en el comportamiento estratégico y los planes de guerra (Álvarez, Corredor y Vaneegas, 2018). La teoría estratégica supone que hay al menos dos unidades políticas listas y dispuestas (o al menos preparadas), para usar la violencia a fin de alcanzar sus objetivos.

Más allá de eso, la teoría estratégica, y por tanto la teoría del poder espacial, tiene poco que ofrecer, más allá de comprender cómo y con qué fin un liderazgo desea manifestar su intención política violenta bajo las limitaciones dadas. En resumen, la teoría del poder espacial no es una estrategia espacial, al igual que una estrategia no es una teoría estratégica. Por el contrario, la teoría del poder espacial plantea una colección de ideas y proposiciones para educar al estratega y al tomador de decisiones en el desarrollo de su pensamiento estratégico intuitivo, independientemente del escenario en cuestión, mientras que una estrategia espacial sería un plan real para enfrentar amenazas específicas, contingencias o campañas que involucran o amenazan la seguridad y supervivencia del Estado, desde o hacia el espacio exterior.

24. La guerra (al igual que el espionaje), se ha modificado a través de la información recopilada y transmitida por los sistemas espaciales, impactando profundamente los asuntos militares y diplomáticos. Internet, la televisión satelital y las armas de precisión, son solo algunas de las 307.000 aplicaciones secundarias que se estiman en el desarrollo y uso de sistemas espaciales.

En este orden de ideas, la teoría del poder espacial proporcionaría herramientas conceptuales como puntos de partida para el análisis de cualquier escenario relacionado con el poder espacial, lo que permite que un individuo se adapte a la situación actual en función de las preguntas constructivas planteadas a través de la aplicación crítica de proposiciones, que retienen la utilidad analítica independientemente de la contingencia en cuestión; éste es el valor y la misión de la teoría del poder espacial; es decir, se pretende que el individuo use los conceptos de teoría estratégica en su propia educación, como base para un análisis posterior y para desarrollar estrategias espaciales específicas, que siguen de cerca un canon de teóricos estratégicos.

3.1 Hacia Una Definición del Poder Espacial

Klein (2004) propone que, dada la falta de una teoría del poder espacial integral, las teorías del poder marítimo y aéreo deberían usarse como referentes para el desarrollo la misma. Sin embargo, Klein (2004) analizaría correctamente las limitaciones de equiparar el poder aéreo y espacial, con el poder aeroespacial, ya que la suposición de que el poder aéreo y espacial están inextricablemente vinculados sería errónea:

Los primeros pensadores de las fuerzas espaciales las consideraron simplemente "fuerzas aéreas de alto vuelo". Por ejemplo, la doctrina espacial de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos se estableció por primera vez simplemente reemplazando la palabra "aire" con la acuñación "aeronáutica" en la literatura. Según los integracionistas aeroespaciales, el poder espacial no es diferente del poder aéreo, porque ofrece productos similares a los usuarios. En consecuencia, en esa visión, no se garantiza una teoría o definición de poder espacial por separado, ya que el poder aeroespacial abarca las operaciones espaciales (p. 61).

Los enlaces entre el poder aéreo y el poder espacial comenzarían a debilitarse, cuando se consideran las actividades que respaldan las operaciones espaciales de los Estados, ya que éstas se pueden clasificar en civiles, comerciales, militares, y de inteligencia; el poder aéreo, por otro lado, se enfocaría casi que exclusivamente en el aspecto militar. Según Klein (2004), "debido a la naturaleza diversa y generalizada de las actividades espaciales de los Estados Unidos, sus operaciones espaciales tienen implicaciones que abarcan todos los elementos del poder nacional: diplomático, militar, económico, tecnológico e informativo" (p. 60). Asimismo, Klein (2004) sostiene que "algunos estrategias, que señalan las similitudes entre las operaciones marítimas y espaciales, sugieren que la mejor teoría espacial posible se lograría simplemente sustituyendo "espacio" por "mar" en la estrategia naval" (p. 65). Sin embargo, la teoría del poder naval,

trata con los barcos, la construcción naval, la guerra en el mar y las fuerzas militares asociadas con las armadas. Además, la teoría naval se ocupa principalmente de los medios y métodos de emplear la fuerza en el mar para alcanzar objetivos nacionales al tiempo que aumenta el poder y el prestigio nacionales (...). En consecuencia, la aplicabilidad del modelo naval al espacio es limitada, ya que no abarca adecuadamente la interacción y la interdependencia de otros entornos o fuerzas militares (Klein, 2004, p. 62).

Por tanto, si bien podría tomarse como referentes los modelos del poder aéreo y marítimo, el desarrollo de una teoría del poder espacial debería comenzar por acercarse al espacio exterior como un entorno único, en lugar de hacer que el espacio ultraterrestre se ajuste a las teorías del mar y el aire. Sin embargo, definir el término "espacio" podría llegar a ser tan difícil como definir el término "poder" (Álvarez, Barón y Monroy, 2018)²⁵. En este sentido, y con el propósito de definir el "poder espacial", el "poder" podría considerarse como la capacidad de un actor estatal o no estatal para lograr sus metas y objetivos en presencia de otros actores (tanto estatales como no estatales), y el "espacio" como el área sobre la atmósfera de la Tierra que se extiende infinitamente en todas las direcciones, comenzando aproximadamente a 100 kilómetros sobre la superficie terrestre, en la denominada Línea de Kármán (figura 2).

25. De hecho, parece que ha habido varios incentivos a lo largo de los años para evitar intencionalmente definir el término "espacio" y, por tanto, dónde comienza este entorno tan único y particular. La definición de espacio, o incluso el reconocimiento de la existencia del mismo como un entorno separado, depende en gran medida de quién lo define y por qué.

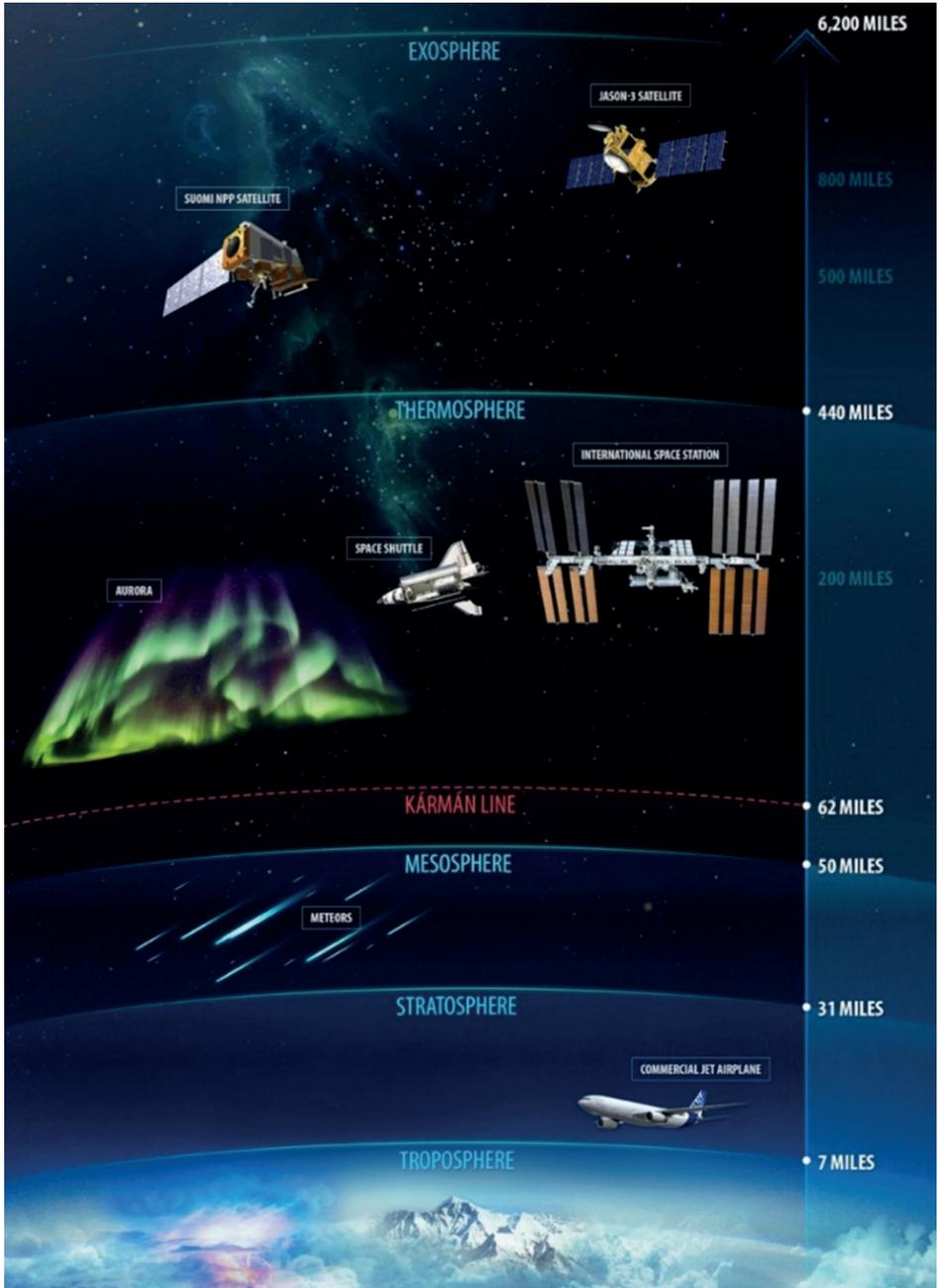


Figura 2. Capas de la atmósfera
Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration -NAA- (2019)

Con base en lo anterior, Larned (1994) define el “poder espacial” como la “capacidad de explotar los sistemas espaciales civiles, comerciales y militares, así como aquella infraestructura asociada en apoyo de la estrategia de seguridad nacional” (p. 4), entendiendo que los sistemas espaciales como aquellos que “constan de tres elementos: un elemento espacial, un elemento terrestre y un elemento de enlace” (p. 4). Por su parte, Hyatt, Laugesen, Rampino, Ricchi y Schwarz (1995), definen el poder espacial como “la capacidad de un actor estatal o no estatal para alcanzar sus metas y objetivos en presencia de otros actores en el escenario mundial mediante el control y la explotación del entorno espacial” (p. 65). Gray (1996) ofrece una definición más sucinta, al describir el poder espacial como “la capacidad de usar el espacio y negar el uso confiable de este entorno a cualquier enemigo” (p. 293).

Tomando en consideración las anteriores referencias, los autores de este capítulo propondrían la siguiente definición: “el poder espacial es 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”²⁶. Con base en la definición propuesta, se podría pensar que el poder espacial sería similar al poder aéreo, terrestre y/o marítimo; sin embargo, es esencial comprender que el término abarcaría mucho más que simplemente el poder militar. En este sentido, es útil traer en contexto la definición de Lupton (1988, p. 4):

Primeramente, el poder espacial es la capacidad de utilizar el entorno espacial en busca de algún objetivo o propósito nacional. Segundo, el poder espacial puede ser puramente militar, como la recopilación de datos de vigilancia, o no militar, como la recopilación de datos de recursos terrestres o las comunicaciones civiles. En tercer lugar, los cuatro elementos del poder nacional representan no solo a las fuerzas militares, sino también las capacidades civiles. Por ejemplo, el General H. Arnold describió el poder aéreo como la capacidad aeronáutica total de una nación. El almirante Mahan incluso incluyó la naturaleza de las instituciones políticas de un país como un determinante del poder marítimo de una nación. Por extensión, el transbordador espacial, un vehículo civil, junto con la estructura política que permitió su desarrollo, contribuye al poder espacial estadounidense. Una definición que incluye estas tres características es que el poder espacial es la capacidad de un Estado para explotar el entorno espacial en busca de objetivos y propósitos nacionales e incluye todas las capacidades astronáuticas de la nación. Una nación con tales capacidades se denomina poder espacial.

26. Con respecto a los intereses nacionales, objetivos y subjetivos, véase Álvarez, Ramírez y Castaño (2018).

Entonces, el debate académico en torno a la conceptualización de “poder espacial”, así como al desarrollo de una teoría consistente, ha incluido discusiones sobre la naturaleza, importancia y funcionamiento del mismo. En efecto, distintos autores (Lupton, 1988; Larned, 1994; Gray, 1996; DeBlois, 1997) han intentado explicar la “naturaleza” del poder espacial en términos de los atributos del entorno espacial y las fuerzas espaciales. Lupton (1988) usaría tres categorías de atributos: 1) características del poder espacial influenciadas por el entorno, tales como la presencia global, la naturaleza posicional del movimiento en el espacio (a diferencia de las operaciones de maniobra en el entorno aéreo), y los efectos de armas electromagnéticas de largo alcance; 2) características del poder espacial influenciadas por la logística, como las extensas líneas de comunicación espaciales y los pocos activos habitados en el espacio exterior; y 3) características del poder espacial influenciadas por el aspecto político/legal, tales como los sobrevuelos legales (sobre territorios soberanos), y la soberanía vehicular.

Por su parte, Larned (1994) argumentó que los tres atributos clave del poder espacial son la continuidad, la dispersión y la puntualidad. En contraste, Gray (1996) ofreció las siguientes características definitorias del poder espacial: 1) el espacio es el “terreno elevado” de todos los escenarios de combate; 2) el espacio es a la vez global y de casi toda la profundidad militar infinita; y 3) la astrodinámica se traduce en satélites disponibles en todo el mundo como una presencia general que se repite regularmente. Asimismo, Gray (1996) equilibró estas ventajas potenciales del poder espacial al identificar las siguientes limitaciones: 1) costo del transporte a la órbita; 2) leyes de movimiento que limitan la maniobra en el espacio; y 3) largas distancias desde los eventos terrestres. Finalmente, en una integración del poder aéreo y espacial, DeBlois (1997) analizó las ventajas características del poder aeroespacial, en términos de política, despliegue y empleo, acceso a la esfera real, entorno de ésta y capacidad permitida en ella. Pero es con base en los aportes de Lupton (1988) y Gray (1996) a la doctrina espacial estadounidense, que Harter (2006) propuso una serie de inferencias sobre las cuales operadores espaciales militares, estrategas, planificadores, desarrolladores de políticas y profesionales académicos podrían ampliar su comprensión del poder espacial, y dar forma a las capacidades de un Estado en esta materia:

1. El espacio exterior es el máximo punto elevado. Los grandes estrategias militares se dieron cuenta de las ventajas estratégicas, operativas y tácticas de controlar el terreno elevado. Desde la recomendación de Sun Tzu de asegurar siempre la posición elevada de un teatro de operaciones terrestre (por ejemplo, una colina), pasando por el uso de globos tripulados en la Guerra Civil de los Estados Unidos, los pioneros de los aviones de la Primera Guerra Mundial, los héroes de la aviación de la Segunda

Guerra Mundial, hasta los pilotos de los SR-71 y U-2 de alto vuelo de la Guerra Fría, el terreno elevado ha ofrecido siempre ventajas estratégicas de seguridad situacional, reconocimiento, focalización y fuerza ofensiva para dominar el espacio de batalla (Harter, 2006). Dicha apreciación toma mayor importancia actualmente, ya que las operaciones de información y las guerras de quinta generación dependerían de la recopilación y difusión global de información en tiempo real que a menudo solo es posible desde los sistemas espaciales (Álvarez, Santafé y Urbano, 2017).

Por tanto, el entorno espacial se constituiría en el siglo XXI como el máximo “terreno elevado”, con velocidad, rango, altitud y sigilo sin paralelo, ya que los sistemas espaciales proporcionan un conducto que permitiría canalizar los instrumentos del poder nacional (diplomático, informativo, militar y económico) para la satisfacción de la seguridad nacional. Asimismo, los sistemas espaciales son uno de los principales canales a través del cual las redes digitales distribuyen información instantánea por doquier, y las comunicaciones por satélite proporcionan comando y control (C2)²⁷ en tiempo real, seguro y resistente a las acciones tomadas por potenciales adversarios; además, los sistemas espaciales apoyan o perturban la economía de un Estado moviendo grandes flujos de datos a la velocidad de la luz en todo el mundo, remodelando las economías nacionales con conectividad global (comunicaciones, clima, navegación, entorno ambiental, científico, etc.).

Cómo “último” terreno elevado, el entorno espacial tiene un alcance global, ya que no estaría sujeto a límites geográficos o a las fronteras de un Estado-nación; por ejemplo, los satélites atraviesan las órbitas terrestres por encima de los Estados, pasando desapercibidos y eludiendo los “cuellos de botella” terrestres o marítimos tradicionales. En el espacio, la soberanía territorial sería inexistente, posiblemente con la excepción de las posiciones o “slots” de la Órbita Geosíncrona Ecuatorial (GEO)²⁸.

2. El espacio exterior es un medio distinto, por lo que se requiere de una teoría, doctrina y política centrada únicamente en el espacio ultraterrestre. Al igual que las fuerzas terrestres, navales y aéreas operan en sus propios medios (entornos), las fuerzas espaciales operarían en su propio medio distintivo: el vacío del espacio. Con relación a lo anterior, las leyes físicas restringen, potencian y distinguen a cada medio; por ejemplo, las fuerzas terrestres estarían unidas por la gravedad en dos dimensio-

27. El comando y control (C2) es un conjunto de atributos y procesos organizativos y técnicos que emplea recursos humanos, físicos y de información para el cumplimiento de las misiones de una organización.

28. Los slots de la órbita geoestacionaria (35.888 kilómetros sobre la longitud ecuatorial de un país), están regidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y ya se han convertido en un activo geoestratégico muy solicitado, por causa de su utilidad económica y militar. La demanda de las posiciones de GEO y de sus asignaciones de frecuencia se está intensificando en un espacio de batalla geopolítico, lo que resulta en recientes disputas políticas internacionales.

nes, mientras que las fuerzas marítimas y aéreas son tridimensionales y dependerían totalmente de las leyes de dinámica de fluidos de Bernoulli²⁹.

Por su parte, al tratarse el espacio exterior de un entorno distinto, las fuerzas espaciales funcionarían a través de las leyes de Kepler del movimiento planetario³⁰ (Harter, 2006). En consecuencia, si las fuerzas terrestres, navales y aéreas están gobernadas y optimizadas por sus distintivas teorías, doctrinas y políticas acordes con el entorno en donde operan, tendría sentido que las fuerzas espaciales se beneficien también de su propia teoría, doctrina y política. Debido a que cada entorno operativo es distinto, la teoría del poder marítimo claramente no se traduciría a la teoría del poder aéreo, como tampoco parecería lógico que la teoría del poder aéreo se transfiera a la teoría del poder espacial³¹.

3. El poder espacial es una fuerza multiplicadora para cada comandante y fuerza militar. El poder espacial proporcionaría a los líderes militares, operadores y planificadores, enormes efectos de mejora de la fuerza, que combinan la efectividad del combate en el procesamiento de teatros de campaña. Los sistemas espaciales potenciarían significativamente la capacidad de las fuerzas amigas para atacar el “centro de gravedad” del enemigo³², paralizando a un adversario y facilitando que las propias fuerzas de tierra, mar y aire logren un rápido dominio del escenario de batalla.

29. Expuesto por Daniel Bernoulli en su obra Hidrodinámica de 1738, el principio de Bernoulli describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente, y expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee permanece constante a lo largo de su recorrido, tomando en consideración que el fluido hidráulico en un sistema que contiene energía en dos formas: cinética, en virtud del peso y de la velocidad, y potencial, en forma de presión. El teorema se aplica al flujo sobre superficies, como las alas de un avión o las hélices de un barco: las alas están diseñadas para que obliguen al aire a fluir con mayor velocidad sobre la superficie superior que sobre la inferior, por lo que la presión sobre esta última es mayor que sobre la superior; la diferencia de presión proporciona la fuerza de sustentación que mantiene al avión en vuelo. De manera similar, una hélice también es un plano aerodinámico, es decir, tiene forma de ala; en este caso, la diferencia de presión que se produce al girar la hélice proporciona el empuje que impulsa al barco.

30. Las leyes fueron formuladas entre 1609 y 1619, y establecerían que: 1) los planetas se mueven alrededor del Sol en elipses, estando el Sol en un foco; 2) la línea que conecta el Sol con un planeta recorre áreas iguales en tiempos iguales; y 3) el cuadrado del período orbital de un planeta es proporcional al cubo de la distancia media desde el Sol (es decir, desde el “simieje” mayor de la elipse, la mitad de la suma de la distancia mayor y menor desde el Sol).

31. Esta apreciación no era popularmente aceptada (al menos hasta épocas recientes), debido a la preeminencia de la doctrina estadounidense del poder aéreo en la mayoría del mundo occidental, en la cual se estipulaba que el dominio vertical aéreo y espacial (aeroespacial) era indivisible. En consecuencia, el poder aéreo y el poder espacial se desarrollarían simultáneamente en un servicio centrado en el poder aéreo, ya que ambos se regían bajo el paraguas de la teoría, la doctrina y la política de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. Los recursos limitados (presupuesto y recurso humano) existieron durante la Guerra Fría para desarrollar el poder aéreo y el poder espacial por igual; por ende, el poder aéreo tuvo prioridad, y el poder espacial (considerado como un subconjunto del poder aéreo), se vería relegado. Sin embargo, dos eventos trascendentales en la década de 1990 revirtieron esta tendencia de 40 años y mejoraron significativamente el desarrollo del poder espacial: por un lado, el final de la Guerra Fría liberó recursos para el desarrollo del poder espacial, y por el otro, la Guerra del Golfo Pérsico resultó ser un evento que probaría el potencial de las aplicaciones espaciales militares, impulsando las inversiones espaciales; desde entonces, la doctrina del poder espacial ha logrado un progreso significativo, pero aún queda un largo camino por recorrer.

32. De acuerdo con Álvarez, et al. (2017), el centro de gravedad representaría en las ciencias de la física aquel punto donde “las fuerzas de la gravedad convergen dentro de un objeto; también es el punto en el cual, al aplicar una fuerza, el objeto se moverá eficazmente: si se golpea con bastante fuerza es posible que el objeto pierda su equilibrio y se caiga” (p. 193). En el ámbito militar, el centro de gravedad se enfocaría en lograr un efecto específico, es decir, el colapso del enemigo; por ende, se trataría de un enfoque basado en efectos, en lugar de capacidades.

Los activos espaciales reducirían la “niebla de guerra”³³ propuesta por Clausewitz (1989), al proporcionar a las fuerzas terrestres de operaciones, sinergias basadas en efectos, que las fuerzas aéreas, terrestres y marítimas no podrían realizar por sí solas³⁴. Las aplicaciones militares en el entorno espacial han posibilitado avances significativos en el combate, mediante una mayor precisión de la navegación y orientación que otorgan los satélites de posicionamiento, navegación y tiempo (PNT por sus siglas en inglés), una cobertura global que permiten los satelitales de comunicaciones (SATCOM por sus siglas en inglés), datos confiables del clima terrestre producto de los satélites meteorológicos e inteligencia fenomenal y reconocimiento, gracias a los satélites de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR por sus siglas en inglés), entre otros.

4. Las fuerzas espaciales pueden apoyar todos los niveles de guerra simultáneamente. Los sistemas espaciales producen efectos globales de forma simultánea gracias a su velocidad, alcance, precisión y presencia global. En efecto, los satélites, debido a su gran ventaja en el terreno, tienen la capacidad de cubrir simultáneamente varios teatros de operaciones; por ejemplo, las constelaciones de SATCOM en GEO proporcionan comunicaciones satelitales y avisos de misiles constantes debido a su posición estacionaria, mientras que los satélites ISR en la órbita baja terrestre (LEO por sus siglas en inglés)³⁵, proporcionan revisiones rápidas de la geografía terrestre y marítima en cuestión de horas. Y los satélites del sistema de posicionamiento global proporcionan una navegación global, adaptada para teatros de operaciones específicos.

Estas capacidades permiten que las fuerzas espaciales impacten directamente las operaciones de combate a nivel global, regional y local simultáneamente. Del mismo modo, debido a su medio exclusivo de terreno elevado, el poder espacial entrega información crítica para la planificación y ejecución de las operaciones militares, en todos los niveles de guerra (estratégica, operativa y táctica). Mientras que las fuerzas terrestres generalmente combaten batallas tácticas secuenciales antes de que puedan avanzar hacia objetivos operativos o estratégicos, las fuerzas espaciales (y, en cierta medida, las fuerzas aéreas), tienen la capacidad de participar en campañas separadas y paralelas en todos los niveles de guerra.

33. La “niebla de la guerra” era según Clausewitz (1989), la incertidumbre en la conciencia situacional experimentada por los participantes en las operaciones militares, con respecto a la propia capacidad, la capacidad del adversario y la intención del adversario. Para reducir la “niebla de la guerra”, Clausewitz consideraba que la información (conocimiento del enemigo y su territorio) era esencial para asegurar la victoria (Álvarez, Corredor y Vanegas, 2018).

34. Además de ser un gran multiplicador de fuerza, el poder espacial es conjunto por naturaleza.

35. Los satélites en esta órbita tienen una altitud entre 200 a 1.500 kilómetros sobre la superficie de la Tierra.

Finalmente, los sistemas espaciales proporcionan información en todo el espectro del conflicto, incluida la guerra convencional, la guerra no convencional (guerra nuclear y cibernética), la guerra asimétrica (guerra global contra el terrorismo y las insurgencias), y operaciones militares distintas de la guerra, que incluyen asistencia humanitaria y socorro en casos de desastre, operaciones de mantenimiento de la paz, operaciones de evacuación de no combatientes, etc. (figura 3).



Figura 3. Sombrilla del poder espacial
Fuente: Harter (2006, p. 69)

5. El poder espacial aprovecha los centros de gravedad económicos y militares de un Estado. Conducido adecuadamente, el poder espacial aprovecha el centro de gravedad militar y económico, proporcionando una vía para que todos los instrumentos del poder nacional respondan de manera más efectiva a las situaciones globales. El espacio se está convirtiendo en un centro de gravedad militar y económico para los Estados que realizan operaciones militares, políticas y económicas (Álvarez et al., 2017), ya que, en una era de la información, las economías se construyen y las guerras se libran cada vez más con la transferencia de información dependiente de los sistemas espaciales.

Por ende, como cualquier otro centro de gravedad militar o nacional, el centro de gravedad espacial de un Estado debe estar asegurado, si se considera las implicaciones estratégicas y la vulnerabilidad tanto del centro de gravedad militar como económico, en caso de que los sistemas espaciales no estén disponibles; la comunicación, la navegación, las imágenes y el clima basados en el espacio son ahora esenciales para la conciencia situacional global, la industria del transporte y los mercados financieros. En términos generales, el espacio es un centro de gravedad lucrativo para todos los Estados, y su democratización y mayor acceso hace que todos los Estados sean potenciales jugadores espaciales, difuminando la línea entre fuerzas espaciales hostiles, amigables y neutrales.

6. La superioridad del espacio comienza con un acceso asegurado al mismo. El propósito del poder espacial de un Estado-nación es apoyar y alcanzar los intereses nacionales; para lograrlo, un Estado necesita asegurar sus activos espaciales, controlar el medio espacial y disuadir a potenciales adversarios espaciales. La superioridad del espacio garantiza la libertad de acción en el espacio mediante la protección de los bienes espaciales y, si es necesario, la negación de las capacidades espaciales de un adversario (Álvarez, Barón y Monroy, 2018). En este orden de ideas, Harter (2006) sugiere que la superioridad espacial se representa mejor como una pirámide que consta de tres componentes críticos: 1) acceso al espacio (llegar al espacio); 2) operaciones contraespaciales (control de espacio) y 3) estructura C2 centrada en el espacio (figura 4).



Figura 4. Pirámide de la Superioridad Espacial
Fuente: elaboración propia con base en Harter (2006)

La posición geográfica siempre ha sido un factor estratégico y la clave del éxito en los negocios, la política, y por supuesto, las operaciones militares (Álvarez y Zambrano, 2017).

En este sentido, para obtener la posición definitiva en el espacio, un Estado necesita un acceso seguro a éste, por lo que tal posición se constituye en la base sobre la cual opera la superioridad del espacio. El acceso espacial proporciona ingresos a posiciones estratégicas y vitales para que los activos espaciales en órbita logren los objetivos nacionales. Por ende, para garantizar la seguridad y el dominio del medio espacial (superioridad espacial), el poder espacial de un Estado necesita de capacidades asequibles para acceder al espacio a fin de implementar, sostener, aumentar y operar sistemas espaciales en órbita cuando sea necesario; por ello, un acceso espacial confiable, sensible y asequible es la puerta al verdadero poder espacial de un Estado.

De acuerdo con Harter (2006), la falta de un acceso asegurado al espacio es, sin lugar a dudas, la principal limitación para una potencia espacial efectiva, sostenida y robusta. Por tanto, las capacidades e infraestructuras para un acceso nacional al espacio deberían estar integradas entre las comunidades militares, civiles, comerciales e internacionales del espacio; no obstante, un Estado que navegue por el espacio requiere una capacidad de lanzamiento espacial autónoma para las operaciones de defensa nacional.

7. El control del espacio requiere ojos, oídos, escudo y espadas. Para que un Estado logre un poder espacial decisivo en apoyo de los intereses nacionales, debe contar con los medios para controlar el medio espacial. El control del espacio, o las operaciones espaciales, es el segundo elemento de la tríada de la superioridad del espacio propuesta por Harter (2006). Entonces, asegurar y negar el uso del medio espacial requeriría de una robusta arquitectura para la realización de operaciones espaciales: el conocimiento de la situación espacial (CSE), con los correspondientes medios para el desarrollo de operaciones espaciales ofensivas y defensivas (OEO/OED).

El CSE forma la base para el control espacial de un Estado, mapeando el espacio de batalla al proporcionar los “ojos y oídos” que permitan identificar actividades espaciales amigables, neutrales y potencialmente hostiles. Sin el CSE, un Estado estaría ciego y sordo a la actividad espacial, haciendo inútiles las capacidades de OEO y OED, colocando en grave riesgo su seguridad nacional. Un sistema de CSE le permite a un Estado comprender las condiciones ambientales adversas (por ejemplo, el clima espacial), saber dónde se ubican los adversarios del escenario espacial, predecir operaciones espaciales foráneas y determinar los cursos de acción deseables; además,

incluiría buscar y rastrear objetos espaciales, identificar enlaces y nodos, y caracterizar fuerzas espaciales amigas, neutrales y hostiles. En resumen, el objetivo es la preparación rápida, precisa y significativa de la inteligencia espacial del espacio de batalla con una única imagen espacial integrada (Harter, 2006).

Las OED son los “escudos” para el poder espacial de un Estado, ya que permiten disuadir y defender los sistemas espaciales del ataque enemigo, mediante el uso de medios activos o pasivos. Como los Estados más avanzados dependen de sus capacidades espaciales y desarrollan centros de gravedad militares y económicos, esta dependencia del espacio también representaría una vulnerabilidad potencial que un adversario podría explotar, en detrimento propio; por tanto, las OED de un Estado reducen esta amenaza a través de sistemas satelitales endurecidos, componentes anti-interferencia, ataques cinéticos contra sistemas de interferencias en tierra, señales de salto de frecuencia, maniobras orbitales para evadir acciones hostiles, entre otros recursos.

Las OEO se constituyen en las “espadas” para el poder espacial de un Estado, al anular la capacidad espacial de un adversario (infraestructura en tierra, satélite o señal). Así como las fuerzas terrestres, marítimas y aéreas han empleado armas ofensivas, también es probable que lo harán las futuras fuerzas espaciales, ya que, si bien el uso de armas en el espacio es un asunto controvertido, no está explícitamente prohibido por el Derecho Internacional del Espacio (ver capítulo III). En este orden de ideas, las capacidades de las OEO deberían estar diseñadas para el desarrollo de operaciones basadas en efectos. La doctrina de operaciones espaciales de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos identifica cinco niveles de efectos deseados de las OEO: engaño, interrupción, negación, degradación y destrucción; estos efectos se logran a través de una variedad de recursos de OEO, incluidos aviones, misiles, fuerzas de operaciones especiales, armas antisatélite, armas de energía dirigida, operaciones de guerra de redes, sistemas de interferencia, entre otros. En conclusión, la OEO flexible y basada en efectos, es clave para el poder espacial de un Estado, y junto con el CSE y la OED, forman la arquitectura fundamental para la superioridad operacional del espacio.

8. Las fuerzas espaciales requieren un comando y control centralizado dirigido por profesionales del espacio. La pieza final del rompecabezas de la superioridad espacial es el C2 efectivo del espacio; contrario al poder marítimo, terrestre o aéreo, los sistemas espaciales del poder espacial tienen impactos y contribuciones simultáneos en múltiples teatros de operaciones. Por ende, al igual que soldados, marineros y aviadores experimentados controlan las fuerzas terrestres, marítimas y aéreas, los profesionales militares del espacio serían la mejor opción para controlar las fuerzas espaciales.

9. El poder espacial es una función de la total capacidad espacial de un Estado. El poder espacial debería ser el resultado de un esfuerzo a nivel nacional. Sin embargo, la limitada comunidad espacial colombiana está fragmentada y carece de unidad de esfuerzo, por lo que la cooperación entre militares, políticos, académicos, empresarios y la sociedad civil colombiana (e incluso potenciales organizaciones espaciales internacionales aliadas), se hace perentoria (figura 5).

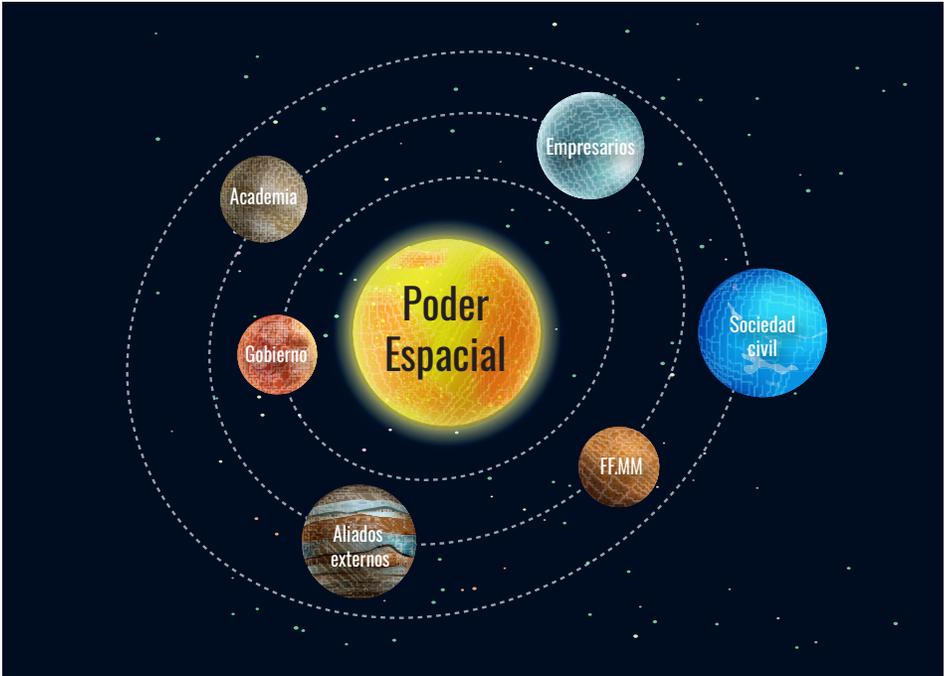


Figura 5. Actores de la cultura espacial del Estado
Fuente: elaboración propia

En este orden de ideas, una cultura espacial cooperativa permitiría superar las complejidades tecnológicas y los considerables costos relacionados con el espacio, mediante el aprovechamiento de la tecnología y los recursos compartidos (infraestructura, experticia, etc.), entre las fuerzas militares, el sector privado, la academia, las instituciones gubernamentales y la sociedad colombiana en general.

10. El poder espacial nacional alcanza su pleno potencial cuando un Estado se compromete con la constitución de una fuerza espacial independiente. El verdadero poder espacial de un Estado no podría alcanzar su máximo potencial hasta que éste se comprometa con la creación de una fuerza espacial independiente (Harter, 2006).

Con base en lo anterior, la República Popular de China estableció en 2016 la Fuerza de Apoyo Estratégico del Ejército Popular de Liberación, con el objetivo de consolidar las operaciones cibernéticas y espaciales. Asimismo, las Fuerzas Espaciales Rusas eran una organización independiente que existió entre 1992 y 1997, y nuevamente entre 2001 y 2011; posteriormente, esta organización se restableció en 2015 como una rama de las Fuerzas Aeroespaciales de la Federación Rusa.

Por su parte, el encargado de las actividades militares espaciales de los Estados Unidos había sido el Comando Espacial de la Fuerza Aérea. No obstante, y ante las crecientes amenazas percibidas por parte de otras potencias del espacio³⁶, la actual administración de Donald Trump propuso, el 18 de junio de 2018, en el marco del Consejo Nacional del Espacio, la creación de la Fuerza Espacial de los Estados Unidos; es decir, la sexta rama de las fuerzas armadas junto a la Armada, el Ejército, el Cuerpo de Marines, la Fuerza Aérea y la Guardia Costera. El objetivo principal de la Fuerza Espacial sería el de asegurar y extender el dominio estadounidense del espacio; en lugar de desplegar soldados en él, la Fuerza Espacial se centraría en la seguridad nacional y en la preservación de los satélites y vehículos dedicados a las comunicaciones y la observación internacionales, dado que el gobierno y las fuerzas militares de los Estados Unidos dependen en gran medida de los satélites para pronosticar el clima, recopilar imágenes de alta resolución para inteligencia y dirigir misiles con satélites GPS.

En contraste, en el entorno colombiano de recursos finitos y en la limitada visión estratégica del Estado, los sistemas espaciales no se han considerado como prioridad, si se les compara con los sistemas de armas terrestres, marítimos o aéreos. Por tanto, una fuerza espacial independiente fomentaría una cultura en sí misma, reduciendo la competencia por los recursos y permitiendo que la teoría del poder espacial y la capacidad de combate resultante se desarrollen de manera más efectiva, con el objeto de contrarrestar futuras amenazas espaciales para la seguridad multidimensional de Colombia.

36. Rusia y China son los dos mayores competidores espaciales de los Estados Unidos y ambos han demostrado capacidades espaciales formidables. Por ejemplo, China lanzó en 2007 un misil que se elevó 800 km hasta impactar a uno de sus propios satélites meteorológicos, demostrando importantes capacidades en materia de OEO. En un evento similar y desconcertante en 2014, una pieza de supuesta basura espacial rusa llamada *Object 2014-E28*, resultaría ser un robot autónomo capaz de acoplarse a satélites hostiles para sacarlos de su propia órbita. Además, Estados Unidos considera que China está invirtiendo en misiles hipersónicos capaces de evadir la detección estadounidense, y tanto Rusia como China ya habrían integrado ataques contra satélites como parte de sus protocolos de guerra.

3.2 Escuelas de Pensamiento de La Teoría del Poder Espacial

Lupton (1988) ha propuesto cuatro escuelas de pensamiento con respecto a la Teoría del Poder Espacial: 1) Escuela del Terreno Elevado; 2) Escuela del Control del Espacio; 3) Escuela de Supervivencia y 4) Escuela Santuario. Si bien con base en estas escuelas, Lupton (1988) exploraría las diferencias en las creencias doctrinales con respecto a la mejor manera de emplear fuerzas espaciales, dichos enfoques han trascendido la discusión doctrinal de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, y se han constituido como escuelas de pensamiento más amplias de la teoría del poder espacial (DeBlois, 1998; Oberg, 1999).

En términos generales, la Escuela del Terreno Elevado sostiene que cualquier Estado dependiente del entorno espacial para las actividades militares y civiles esenciales, debe dominar dicho escenario para la garantía de su seguridad nacional. Por su parte, la Escuela del Control del Espacio simplemente establece que, basándose en precedentes como el dominio en aire, tierra y mar, inevitablemente el espacio exterior se convertirá en un arma y en un dominio de combate. En otra dirección, la Escuela de Supervivencia afirma la importancia del espacio ultraterrestre, pero busca mantener las limitaciones de la militarización del espacio a los sistemas pasivos, o al menos defensivos, a través de acuerdos de control de armas. Finalmente, la Escuela Santuario propone que el espacio se mantenga “fuera de los límites” de la soberanía de los Estados y de la guerra, al igual que sucedería con escenarios geográficos como el de la Antártida.

3.2.1 Escuela del Terreno Elevado.

Interpretar el espacio como un terreno elevado sería análogo a los soldados de caballería que ocupan una posición más alta desde la cual pueden ver el terreno circundante y, si es necesario, combatir desde una posición ventajosa; por tanto, la perspectiva del terreno elevado vería al espacio exterior como la posición más alta desde la cual puede obtenerse la máxima ventaja militar en la Tierra. En consecuencia, una de las ventajas más significativas que ofrecen activos espaciales como los satélites de reconocimiento, es el acceso permanente e ininterrumpido a aquellas áreas que de otro modo estarían fuera del alcance físico.

Pero las peculiares características físicas del espacio ultraterrestre limitan el alcance de la analogía, ya que, si bien las tropas militares en lo alto de una colina pueden

defenderse y ocultarse y los aviones tienen la capacidad de realizar rápidas maniobras defensivas, la mayoría de los satélites, sin embargo, no pueden ocultarse fácilmente ni realizar rápidas maniobras de defensa. Por el contrario, son usualmente objetos brillantes con un telón de fondo de cielo oscuro, que desplazándose en una dirección predecible los convierte en un blanco relativamente sencillo para un adversario espacial (Hardesty, 2005). Con base en lo anterior, las ventajas que como terreno elevado ofrecería el espacio exterior, conllevarían una serie de riesgos, particularmente para aquellos Estados que se han vuelto altamente dependientes de estos activos espaciales. Según Colby (2016), tal sería el caso de los Estados Unidos:

Estados Unidos depende profundamente de la capacidad de usar el espacio para su seguridad. Aunque poco apreciado fuera de los círculos expertos y profesionales, el espacio, o más precisamente los activos espaciales de los Estados Unidos, son vitales para las comunicaciones de defensa e inteligencia de los Estados Unidos entre líderes nacionales, fuerzas militares y otros; para el comando y el control; para el posicionamiento, navegación y sincronización; para la inteligencia, vigilancia y reconocimiento; y otra gran cantidad de funciones. Si bien esto puede parecer más bien funciones de apoyo, en realidad son el material que hace posible la primacía militar estadounidense a nivel global (p. 4).

Entonces, el espacio exterior sería vital para la preeminencia militar de Estados Unidos y la estrategia nacional de seguridad que suscribe. Pero esta dependencia sería cada vez más problemática, debido a que sus posibles adversarios han notado el grado de dependencia estadounidense a su arquitectura espacial, trabajando asiduamente para encontrar formas de amenazar su primacía en el espacio. De acuerdo con Tellis (2007), las preocupaciones sobre la capacidad estadounidense para controlar el "terreno elevado" se incrementaron en 2007 cuando algunas publicaciones chinas comenzaron a referirse al espacio como el "talón de Aquiles" de los Estados Unidos, y significativamente en 2013, cuando China lanzó lo que declaró era una nave espacial científica a una altitud jamás considerada, una que los estadounidenses consideraban inalcanzable por las armas y por tanto, un "santuario" para sus satélites de alto valor.

3.2.2 Escuela del Control del Espacio

La Ley de Autorización de Defensa Nacional crearía para el año 2000, la Comisión Rumsfeld encargada de evaluar la gestión y organización del espacio exterior de los Estados Unidos con relación a su seguridad nacional. El informe que elaboró dicha comisión, se convertiría en la base de la Política de Seguridad Espacial de los Estados Unidos.

En dicho informe se declaraba que como todos los medios (aire, tierra y mar), habían visto conflictos, la realidad indicaba que el espacio no sería diferente, y que, dada esa certeza, Estados Unidos debía desarrollar los medios para disuadir y defenderse de los actos hostiles en y desde el espacio (Johnson, 2017). Dicha postura suponía, por tanto, la inevitabilidad de las armas espaciales, por lo que el informe recomendaba a los Estados Unidos actuar rápida y decisivamente para evitar un "Pearl Harbor" espacial.

La ambigüedad de la intención que se deriva de la naturaleza de doble uso de la tecnología espacial aumentaría inherentemente las percepciones de amenazas que alimentan esta escuela de la "inevitabilidad", creando así un dilema de seguridad espacial. Las acciones tomadas por los Estados atrapados en este dilema a menudo involucran el desarrollo de tecnología. Es pertinente anotar que los dilemas de seguridad ocurren cuando un Estado toma acciones destinadas a reforzar su seguridad (así se realicen desde una postura netamente defensiva), lo que lleva a otros Estados a responder de manera similar, provocando un aumento de las tensiones entre ellos (Jervis, 1978). Los dilemas de seguridad se explican usualmente a través del "modelo espiral" o por medio del "modelo de disuasión" del conflicto, y ambos modelos intentarían explicar por qué se produce la guerra.

El modelo espiral plantea que los conflictos surgen de la aplicación del castigo a partir de la falsa expectativa de que dicha acción generará un mejor comportamiento por parte del adversario, cuando en realidad lo que provocaría es una respuesta contraproducente, ya que enfurecido o asustado por el castigo, el adversario se vuelve más agresivo y dispuesto a usar la fuerza para defenderse; el primer lado responde con más castigo, suponiendo que su primer castigo fue demasiado leve, mientras que el adversario, en consecuencia, se vuelve aún más beligerante. De esta forma, dos actores divididos solo por pequeñas diferencias pueden desembocar en una intensa confrontación o incluso en la guerra³⁷.

El modelo de disuasión plantea que los conflictos surgen de los actos de apaciguamiento realizados con la falsa expectativa de que dicho apaciguamiento provocará un mejor comportamiento del adversario, cuando en realidad causa uno peor. El otro, creyendo que coaccionó o asustó al apaciguador para ofrecer sus concesiones, supone

37. Se han ofrecido dos explicaciones principales para las espirales: la primera es psicológica: los encargados de formular políticas sufren los síndromes que la psicología cognitiva sugiere que sufren los individuos, de ahí que los Estados que gobiernan exhiben estos mismos síndromes. Específicamente, los Estados subestiman su propio papel en causar la hostilidad de los demás, porque: 1) se involucran en alguna ilusión acerca de sí mismos, lo que hace que subestimen la agresividad de su propia conducta; 2) creen (siguiendo la teoría de la atribución), que su propia agresividad fue obligada por las circunstancias, específicamente, por el comportamiento del otro lado; y 3) suponen además que la otra parte lo sabe. La segunda explicación está relacionada con el nacionalismo: los Estados y las sociedades pintan autoimágenes en sus libros escolares y en el discurso público, en gran parte para construir el patriotismo y un espíritu cívico.

que más amenazas generarán más concesiones; por tanto, hace demandas adicionales, respaldadas por amenazas. También puede descartar las amenazas del apaciguador después de que éste cambie de rumbo y adopte la disuasión; como resultado, puede ir demasiado lejos y desencadenar la guerra.

3.2.3 Escuela de Supervivencia

En lugar de partir de suposiciones de inevitabilidad basadas en precedentes históricos, la Escuela de Supervivencia adopta un enfoque más clásico en el desarrollo de una estrategia del poder espacial. Comienza cuestionándose qué es lo que interesa a largo plazo a Estados Unidos, ya que es el Estado que más activos tiene en el espacio, y, por ende, el que más depende de las actividades espaciales.

Los defensores de esta escuela argumentan que, si bien las armas espaciales podrían ofrecer a los Estados Unidos una ventaja a corto plazo, en realidad debilitarían a largo plazo su seguridad multidimensional de cuatro maneras importantes: 1) Una estrategia ofensiva en el espacio sería tecnológicamente más fácil y barata que una estrategia de defensa, como lo han demostrado los esfuerzos de defensa antimisiles a lo largo del tiempo (Mosher, 2000); en consecuencia, no se podría ganar una carrera armamentista, por lo que no es prudente provocarla. 2) El desarrollo de armas espaciales podría provocar un ataque preventivo de un adversario. 3) Poseer armas espaciales bien podría crear una mentalidad de "úselo o piérdalo" entre las fuerzas estadounidenses. Y finalmente, como lo habrían demostrado los juegos de guerra espacial anteriores, el uso de un arma espacial correría el riesgo de generar una escalada de guerra peligrosa, incluso de carácter nuclear (Johnson, 2017).

Estos riesgos combinados alejarían a los defensores de la Escuela de Supervivencia del atractivo que ofrece la militarización del espacio. Sin embargo, el enfoque de control de armas fue claramente rechazado durante la administración de George W. Bush; en efecto, el entonces subsecretario de Estado para el Control de Armas y Asuntos de Seguridad Internacional, John Bolton, afirmaba que los Estados Unidos no estaba preparado ni interesado en negociar la limitación de una carrera armamentista en el espacio ultraterrestre (Johnson, 2018). La razón era que Estados Unidos tenía una ventaja tecnológica en materia espacial con relación a los demás Estados, y el control de armas solo serviría para limitar sus esfuerzos por mantener tal posición. Y si bien durante la administración Obama se prometió inicialmente trabajar en la prohibición de armas que interfiriesen con satélites militares y comerciales, la iniciativa fue abandonada rápidamente, a raíz del lanzamiento de un vehículo espacial chino a gran al-

titud en 2013, llevando a que la administración Obama respaldara cada vez más una postura de guerra espacial, favorecida por las comunidades militares y de inteligencia, así como por el complejo militar-industrial estadounidense, que se beneficia de las inversiones para el desarrollo de la tecnología espacial de alto costo y alto riesgo (Johnson, 2017).

3.2.4 Escuela Santuario

Esta perspectiva del poder espacial busca mantener el espacio ultraterrestre como un santuario libre de la actividad militar o al menos de ciertas actividades militares. Sin embargo, la naturaleza de la tecnología espacial de doble uso hace que eso sea poco probable, ya que el espacio ofrece ventajas para la mejora de la fuerza que muchos Estados buscan comprensiblemente. Un ejemplo es Japón, que en un principio limitó constitucionalmente sus actividades espaciales al “uso pacífico del espacio”, definiendo “pacífico” como “no militar”; no obstante, en la realidad del programa de comando, control, comunicaciones, computadoras, inteligencia, vigilancia y reconocimiento (C4ISR) basado en satélites, Japón modificaría esa restricción en 2008 (The Guardian, 21 mayo de 2008). Desde hace algunos años, un número creciente de Estados estarían ampliando sus programas espaciales militares, lo que indica una tendencia a alejarse de la Escuela Santuario; tal es el caso de Estados Unidos, en donde existe un consenso creciente de que los activos espaciales brindan ventajas especiales para la defensa de la seguridad nacional, hasta el punto que la administración de Donald J. Trump anunció hace poco la creación de la Fuerza Espacial de los Estados Unidos.

Oberg (2009) complementaría la discusión de la teoría del poder espacial desarrollada por Lupton (1988), al describir cuatro razones para la construcción de una teoría del poder espacial³⁸:

Primero, la Teoría del Poder Espacial proporciona una base para apreciar la naturaleza única del espacio. El espacio no es tierra y las metáforas terrestres no son útiles y de hecho son dañinas. Con una buena teoría del poder espacial, puede formularse estrategias innovadoras y también asegurarse de tenerlas todas (...). El segundo punto es que una buena teoría del poder espacial protege a los trabajadores y a los tomadores de decisiones de falsas analogías, el autoengaño definitivo del “terreno elevado”. Otra elaboración es que debido a que el espacio es tan impredecible y sobrenatural, en el sentido literal de la palabra, las cosas pueden inventarse o hacerse allí, desarrollarse y desplegarse allí, y sorprender

38. Oberg (2009) descarta las Escuelas Santuario, de Supervivencia y Terreno Elevado, y propone un mayor desarrollo de la Teoría del Poder Espacial utilizando la perspectiva de la Escuela del Control del Espacio.

a las personas; la conmoción del *Sputnik* de hace 45 años es algo que muchos de nosotros recordamos y fue una de las grandes sorpresas del siglo XX. Otras sorpresas como esa podrían estar disponibles si carecemos de una teoría de poder espacial adecuada. Y, por último, una buena teoría proporciona un criterio, una medida de “bondad” para la selección entre opciones competidoras (p. 3).

Con base en lo anterior, Oberg (2009) propone los siguientes fundamentos para la construcción de una teoría del poder espacial: 1) el principal atributo de los sistemas espaciales en la actualidad radica en su amplia visión de la tierra; 2) un corolario de este atributo es que un vehículo espacial puede observar vastas áreas de la superficie de la Tierra; 3) el espacio es un medio distinto; 4) el poder espacial por sí solo es insuficiente para controlar el resultado del conflicto terrestre o asegurar el logro de los objetivos políticos terrestres; 5) el poder espacial se ha desarrollado, en su mayor parte, sin presencia humana en el espacio, haciéndolo único entre todas las formas de poder nacional; 6) la conciencia situacional en el espacio es clave para la aplicación exitosa del poder espacial; 7) en algún momento en el futuro, la presencia física de humanos en el espacio será necesaria para proporcionar una mayor conciencia situacional; 8) se requiere competencia tecnológica para convertirse en un poder espacial, y, por el contrario, los beneficios tecnológicos se derivan de ser un poder espacial; 9) el control del espacio es la pieza clave de la que depende el poder espacial de un Estado; 10) al igual que con los medios terrestres, el armamento del espacio es inevitable, aunque la manera y el momento no son predecibles; 11) la investigación científica y la exploración del espacio dan sus frutos; 12) las operaciones espaciales han sido y siguen siendo extremadamente intensivas en capital.

4. El Poder Espacial a La Luz de Las Teorías de Relaciones Internacionales

El enfoque tradicional del estudio de las teorías de relaciones internacionales ha sido la paz y la guerra, así como la cooperación y competencia entre aquellas unidades políticas que conforman el sistema internacional; estas unidades estarían caracterizadas principalmente por Estados nacionales, actores supranacionales y actores no estatales. En este orden de ideas, hasta el advenimiento de las guerras de tercera generación, la mayoría de las interacciones entre estas unidades tuvieron lugar en la superficie del planeta Tierra, tanto en los dominios terrestres como marítimos (Álvarez et al., 2017); pero con el desarrollo de las tecnologías aéreas y espaciales, las relaciones internacionales tenderían a expandirse para incluir nuevos dominios en el ejercicio del poder entre Estados y actores no estatales (Álvarez, Ramírez y Castaño, 2018).

Al igual que la geografía terrestre proporcionó el marco histórico para las relaciones internacionales, el espacio exterior ya se estaría incorporando como un escenario para el estudio de las teorías de relaciones internacionales del siglo XXI, especialmente cuando las rivalidades en la Tierra (junto con los requisitos percibidos para la cooperación), parecerían proyectarse también hacia el espacio ultraterrestre. En consecuencia, existe la probabilidad de que surjan nuevas teorías que tomen en cuenta las características novedosas del espacio a medida que la humanidad conozca más de ese entorno competitivo y cooperativo. Sin embargo, por ahora continuaría pensándose el espacio ultraterrestre con aquellas teorías sobre las relaciones políticas vinculadas a la Tierra; pero debido a que “todas las teorías en relaciones internacionales describen o prescriben interacciones y relaciones, el espacio se estaría convirtiendo en otro escenario sobre el cual podría teorizarse el comportamiento de las unidades políticas” (Pfaltzgraff, 2011, p. 29).

La necesidad de una teoría de relaciones internacionales sobre el espacio exterior podría surgir de la creciente explotación de los recursos naturales en el espacio, así como del futuro desarrollo de las rutas de transporte y comunicación entre colonias y estaciones espaciales; esto proporcionará un ambiente fértil para teorizar sobre las existentes y potenciales relaciones políticas, sociales y económicas, ya que según Glassner (1993), todas estas presentes y futuras actividades en entornos espaciales,

generarán inevitablemente cuestiones de nacionalidad y soberanía, propiedad y uso de recursos, de distribución de costos y beneficios, estratificación social y diferencias culturales, de ley y lealtades, rivalidades y política, de fronteras y poder, e incluso de imperios coloniales y guerras de independencia (p. 519).

De las teorías de relaciones internacionales se deriva la idea, basada en la geografía, de que un nuevo escenario geográfico se convierte primero en un complemento de la seguridad y el bienestar de la unidad primaria y, más tarde, en una configuración que debe controlarse por sí misma (Álvarez, Ramírez y Castaño, 2018). El poder aéreo se previó primero como una base para mejorar las operaciones en tierra, convirtiéndose posteriormente en un escenario que debía defenderse por su propio bien, debido al despliegue de activos vulnerables como los bombarderos. A medida que las tecnologías se vuelven cada vez más accesibles, son adquiridas por un número creciente de actores, desde Estados más avanzados a otros en vías de desarrollo. Tal ha sido el caso del espacio ultraterrestre; en un principio fue una arena para la competencia de Guerra Fría entre dos superpotencias, mientras que en la actualidad sería un escenario en el que confluyen los programas espaciales de más de 72 Estados-nación.

Las teorías de relaciones internacionales han centrado principalmente su estudio en las relaciones de poder, y, por tanto, en el comportamiento de las unidades políticas que conforman el sistema internacional; en consecuencia y dada su centralidad a la disciplina de las relaciones internacionales, el “poder” en la forma del “poder espacial” representaría una extensión lógica de este concepto. Desde Dwight Eisenhower, todos los presidentes de los Estados Unidos han declarado que preservar la libertad de paso en el espacio exterior es un interés vital de los Estados Unidos, que a su vez que debe protegerse para toda la humanidad; la libertad de paso a través del espacio exterior representa una norma consagrada en el tratado de 1967 sobre el Espacio Ultraterrestre. De acuerdo con Pfaltzgraff (2011), esto es análogo al control del mar que abarca la libertad de paso en tiempos de paz y la capacidad de negar a un enemigo el uso de los mares durante la guerra. Por ende, los intereses en el futuro de las potencias espaciales estarán en asegurar un paso seguro para ellos y para sus aliados, al tiempo que se les niega el acceso a sus adversarios. En la práctica, esto significaría que al igual que los mares, el espacio se convertiría en un escenario tanto para la competencia como para la cooperación, ya que cuestiones políticas como la garantía de la seguridad multidimensional, se extenderían desde su entorno terrestre hasta el escenario espacial.

En efecto, estrategias como la disuasión entre los Estados en el siglo XXI (Álvarez, Barón y Monroy, 2018), dependerían en gran medida del despliegue de diversas capacidades de poder en el espacio. En este sentido, y debido a que el poder espacial permitiría y mejoraría la capacidad de un Estado para la defensa de su seguridad multidimensional, las teorías de relaciones internacionales serían deficientes si no le otorgan al espacio una consideración más prominente, ya que este entorno se ha venido constituyendo como un escenario en el que la competencia y la cooperación se expondrían en términos y problemas que recuerdan a los fenómenos de la Tierra. En este orden de ideas, la inclusión del espacio ultraterrestre en el campo disciplinar de las relaciones internacionales evolucionaría a medida que se incorpore a los estudios estratégicos y de seguridad el entorno espacial, ya que las teorías de relaciones internacionales (como la mayoría de las teorías en ciencias sociales), son generalmente contextuales.

4.1 Poder Espacial y La Teoría Realista de Las Relaciones Internacionales

Para comprender sus implicaciones en el poder espacial, la teoría realista de las relaciones internacionales podría abordarse desde las escuelas del realismo clásico (Morgenthau, 1960), y del realismo estructural (Waltz, 1979). Lo que ha hecho tan promi-

nente a las escuelas realistas en el campo de estudio de las relaciones internacionales es su “multidimensionalidad”, incluidas las hipótesis que se pueden generar en cada uno de los niveles de análisis de la teorización en relaciones internacionales (Zakaria, 1997): el sistema internacional, las unidades que lo conforman y las características de comportamiento de las propias unidades. Además del “poder”, otra de las variables clave de estudio de la teoría realista son los “intereses nacionales” en competencia en un mundo de anarquía, en el cual los Estados están obligados a confiar en sus propios medios para la supervivencia, o a través de estrategias de alianzas o coaliciones con otros Estados que comparten sus mismos intereses (Glaser, 1994).

Si bien la teoría realista no contempla todavía un énfasis de estudio en el espacio, es posible derivar a partir de sus diversas ideas, bases sobre las cuales es posible correlacionar los conceptos de poder espacial e interés nacional. En efecto, según la teoría realista clásica, el Estado territorial perseguiría el “interés nacional”, el cual estaría definido por una variedad de factores como la geografía, la ideología, los recursos y las capacidades basadas en la necesidad de asegurar la propia supervivencia en un mundo de anarquía (Rose, 1998). En consecuencia y debido a que la política internacional es una lucha por el poder, se podría inferir desde la perspectiva realista, que el poder espacial sería una manifestación de tal lucha.

Con el advenimiento de las tecnologías espaciales, el interés nacional ahora incluiría el espacio exterior, ya que, si las rivalidades internacionales en la Tierra se proyectan en el espacio, las teorías sobre cómo los Estados las enfrentan en la Tierra también podrían extenderse al espacio. Debido a que los Estados tecnológicamente avanzados dependen en gran medida de los activos basados en el espacio, la capacidad de defender o destruir tales activos se convertiría en un imperativo de la seguridad nacional, como sucede en el caso de Estados Unidos, Rusia o China. Aunque en el presente, serían los Estados los únicos con la capacidad de amenazar las potencialidades espaciales de otros Estados, las amenazas en el futuro cercano podrían llegar a provenir por parte de actores privados y organizaciones terroristas capaces de, por ejemplo, lanzar un ataque de pulso electromagnético que destruya o deshabilite infraestructuras electrónicas vitales para los Estados³⁹, incluidas las telecomunicaciones, el transporte, la infraestructura bancaria y financiera, así como los sistemas automatizados de producción y distribución de alimentos.

39. Tales amenazas podrían surgir por el empleo de un arma nuclear detonada de 80 a 400 kilómetros sobre la superficie de la Tierra, directamente sobre un objetivo o adyacente a su territorio.

La dependencia del espacio de los Estados tecnológicamente avanzados, junto con su vulnerabilidad resultante para atacar dentro y desde el espacio, contribuye a la relevancia de la teoría realista para el análisis del espacio y la seguridad multidimensional. Por tanto, con la llegada de las tecnologías espaciales, se ha agregado una nueva dimensión al concepto de interés nacional de la teoría realista; el hecho de que varios Estados hayan desarrollado programas espaciales nacionales destaca la relevancia de la teoría realista para ayudar a explicar por qué los Estados adquieren esos programas, tomando en cuenta que ya se ha comenzado a utilizar el espacio en apoyo del interés nacional.

La teoría realista también contiene el supuesto de que los Estados dependen en última instancia de sí mismos para sobrevivir en un sistema internacional anárquico (Morgenthau, 1960). Por tanto, los Estados (y más precisamente, sus tomadores de decisiones), determinarían por sí mismos como entidades soberanas, la garantía de su supervivencia en función de las percepciones del interés nacional, ya que al ser la "independencia" un elemento central de esta teoría, la seguridad multidimensional solo sería factible con el desarrollo autónomo de capacidades de poder que le permitan sobrevivir sin la necesidad de asistencia externa. Y debido a que el interés nacional se podría entender mejor dentro de un entorno geográfico, se observaría que la teorización en relaciones internacionales sobre el poder espacial comenzaría necesariamente con un análisis geopolítico relacionado con el espacio que no puede separarse del interés nacional. En consecuencia, la teoría realista proporcionaría información sobre la base de las políticas espaciales nacionales de los Estados, ya que sería probable que los Estados que son capaces de desarrollar vastas capacidades terrestres, extiendan su alcance en el espacio a medida que las tecnologías para este propósito estén disponibles.

Debido a que los Estados desarrollados tienen mayores capacidades tecnológicas para operar en el espacio, es probable que favorezcan un papel importante para el sector privado (su principal fuente de innovación), junto con los regímenes internacionales que regulan el uso del espacio y protegen la capacidad de los sectores público y privado. En contraste, los Estados en vías de desarrollo que no pueden costear el desarrollo de capacidades espaciales, o simplemente carecen de la suficiente voluntad para hacerlo, tendrían más probabilidades de favorecer la extensión del principio del patrimonio común al espacio ultraterrestre, mientras intentan imponer límites a las actividades espaciales de aquellos Estados que son tecnológicamente más avanzados. Dichos Estados en vías de desarrollo, como podría ser el caso colombiano en la actualidad, verían el espacio exterior a través de un prisma diferente de interés nacional, buscando restringir o retardar el ejercicio de control o poder espacial de los Estados

más desarrollados. Tales comportamientos por parte de Estados más y menos poderosos con respecto a los problemas del espacio exterior, guardarían coherencia con los presupuestos de la teoría del realismo clásico, ya que cada Estado operaría conforme a sus percepciones con relación al interés y la seguridad nacional.

La teoría del realismo estructural ofrecería otras perspectivas sobre las relaciones espaciales en el futuro. Según Waltz (1979), la estructura internacional configura las opciones disponibles para las unidades (en este caso, los Estados-nación), permitiendo comprender el comportamiento a nivel de las unidades. La "estructura" se define en términos del tipo y número de unidades, así como de sus capacidades respectivas, determinando cómo las unidades se alinean unas contra otras. Por consiguiente, ya se estarían considerando las características estructurales del espacio exterior, si se asume que los planetas y sus satélites lunares constituyen las unidades principales. La geografía del espacio, incluso donde las unidades estarían estratégicamente situadas, proporcionaría una base importante para teorizar sobre su importancia relativa, así como de las dinámicas humanas que se deriven de ellas. Las características únicas del espacio (incluidas las distancias), darían forma a los patrones interactivos dentro y entre las unidades sociopolíticas de los actores basadas en el espacio, tal como lo sugiere Pfaltzgraff (2011):

Las colonias espaciales podrían tener que operar con gran independencia porque no podrían confiar en una Madre Tierra que posiblemente esté a años luz de distancia. Si tales afirmaciones son ciertas, proporcionan información sobre cómo la estructura, extrapolada de la teoría del realismo estructural, daría forma al comportamiento de la unidad en el espacio. Quizás esto se asemejaría de alguna manera a la capacidad interactiva preindustrial extremadamente limitada en la Tierra, cuando las comunicaciones entre grupos muy separados eran pocas y con frecuencia inexistentes (p. 38).

No obstante, a medida que se desarrolle la tecnología, no sería descabellado prever que las unidades del Sistema Solar se terminarán vinculando a medida que el poderío espacial de los actores basados en el espacio se eleve, dando así un nuevo sentido a la estructura espacial. Al igual que la redistribución de capacidades de poder conduce a la creación de nuevos centros de poder y nuevas dinámicas en el proceso de globalización en la Tierra, sería posible prever en el futuro tal analogía en el espacio; esto podría incluir estaciones y colonias espaciales, así como el desarrollo de nuevas capacidades para el control del espacio, las cuales ya de hecho se consideran indispensables para el ejercicio del poder en la Tierra. En efecto, la teoría del realismo estructural

concede gran importancia a los tipos de actores, la distribución de capacidades entre ellos y sus capacidades interactivas (Waltz, 1979). En este sentido, para comprender el actual proceso de globalización sería necesario comprender la importancia de las telecomunicaciones, y particularmente el papel desempeñado por la Internet (Álvarez y Zambrano, 2017), que posibilitan unas comunicaciones instantáneas. Esta mayor capacidad interactiva que ofrecería el ciberespacio se traduciría en una mayor interacción y creación de relaciones sistémicas que conducen, a su vez, a mayores niveles de especialización e interdependencia entre las unidades.

En un esfuerzo por actualizar el pensamiento realista en relaciones internacionales, el realismo crítico en los trabajos de Weir (2004) y Williams (2011), se ha enfocado en estudiar las condiciones bajo las cuales los Estados elegirían como opción preferida una estrategia de competencia o de cooperación. Si bien las capacidades de poder en general (que incluirían el poder espacial), y el lugar que ocupa un Estado en el sistema internacional determinarían su elección, bajo el realismo crítico la orientación de política exterior es el resultado de elecciones basadas en percepciones, valores y otros factores a nivel nacional. Esto replantea el poder en sus componentes ofensivos y defensivos, incluidas las circunstancias en las que los Estados buscan seguridad en un entorno anárquico, desarrollando fuerzas militares para la disuasión o la defensa contra un adversario, así como el nivel y los tipos de capacidades que se consideran suficientes para garantizar su seguridad multidimensional, sin llegar a amenazar la capacidad del otro para su propia disuasión o defensa.

Tales cuestiones son fácilmente identificables en las discusiones sobre el poder espacial, a partir de la teoría realista-contingente, la cual enfatiza el equilibrio entre ataque y defensa, definido como la relación entre el costo de las fuerzas ofensivas y el costo de las capacidades defensivas. Esta teoría proporciona una base teórica para examinar cuándo y cómo los Estados, en un sistema de autoayuda, deciden cooperar como un medio para resolver el dilema de seguridad (Williams, 2011). Consistente con dicha teoría, el espacio ofrece otro escenario para que los Estados desarrollen relaciones de cooperación o de competencia.

4.2 Poder Espacial y La Teoría Neoliberal de Las Relaciones Internacionales

Así como el espacio exterior puede configurarse como un área para la competencia, también puede llegar a serlo para la cooperación. En este sentido, cobran relevancia las teorías derivadas de la escuela liberal de las relaciones internacionales, entre

las cuales destaca el neoliberalismo que, al desconocer la naturaleza anárquica del sistema internacional, afirma que las dinámicas entre los actores estarían dadas por patrones de cooperación y no de confrontación (Keohane y Nye, 2011). Por ejemplo, la teoría de la paz democrática postula que los Estados definidos como democracias liberales no irían a la guerra contra otras democracias liberales (Álvarez et al., 2017). De este modo, sería más probable que estos Estados cooperen entre sí en actividades espaciales que, con gobiernos totalitarios con presencia en el espacio, aunque los Estados Unidos y la Federación Rusa vienen desarrollando actividades de cooperación espacial, como sucede en la actual Estación Espacial Internacional. Empero, es principalmente en las democracias donde tienen lugar los debates sobre la militarización del espacio, por lo que sería probable que, al proporcionar la base para la colonización u otros patrones interactivos en el espacio, sean las democracias las que lleven consigo los valores que podrían moldear el comportamiento de los actores en el espacio.

Sin embargo, es plausible sugerir que los rigores del espacio probarán los valores terrenales en entornos drásticamente diferentes a los que existen en la Tierra, lo que requiere cambios dramáticos en las relaciones políticas y sociales. A medida que desarrollan una presencia en el espacio como un complemento de sus intereses terrestres, los Estados ya han comenzado a formar regímenes que codifican estándares normativos, diseñados para facilitar la cooperación basada en procedimientos y procesos acordados, así como intereses comunes y valores compartidos sobre el espacio exterior y sus actividades relacionadas. Aquellos regímenes pueden ser formales o informales; los formales son resultado de la legislación de las organizaciones internacionales mediante consejos de gobierno y estructuras burocráticas, mientras que los regímenes informales se basan simplemente en el consenso sobre los objetivos y los intereses de los participantes.

Por tanto, es posible prever regímenes en el espacio como consecuencia de los valores cooperativos en los que, bajo la visión neoliberal, los Estados participan en intercambios mutuamente gratificantes, bien sean comerciales, tecnológicos, entre otros. La teoría neoliberal sostiene que la satisfactoria cooperación en un sector (que incrementaría la interdependencia entre los actores), puede aumentar los incentivos para la colaboración en sectores adicionales, en lo que Haas (1964) denominaba "lógica expansiva de la integración del sector" (p. 48). Dicha cooperación beneficiaría tanto a los Estados como a los actores no estatales, conduciendo a un orden en el cual ambos cooperan para beneficio mutuo; en otras palabras, la cooperación podría basarse en los intereses nacionales, una idea compatible con la teoría realista, por lo que no podría asegurarse en la actualidad si el espacio exterior reforzará la dimensión

competitiva, o por el contrario, creará la necesidad de una mayor cooperación entre las entidades emergentes que poblarán el espacio.

4.3 Poder Espacial y La Teoría Constructivista de Las Relaciones Internacionales

Si bien gran parte de las teorías de relaciones internacionales se centran en las relaciones entre estructuras que dan forma al comportamiento de las unidades o agentes, y en cómo la capacidad interactiva conduce a patrones interactivos (sistemas), otro enfoque para teorizar sobre el espacio exterior sería la teoría constructivista de las relaciones internacionales. En la imagen constructivista, los bloques de construcción del sistema internacional pueden entenderse mejor mediante el análisis de las reglas, prácticas, agentes, declaraciones, arreglos sociales y relaciones. Por ende, la teoría del constructivismo no sería propiamente una teoría, sino una ontología que busca la comprensión de la naturaleza del ser, es decir, una forma de mirar el mundo.

Desde la perspectiva constructivista, el sistema internacional está en una constante construcción; por ello, el mundo se modifica a medida que se producen nuevos cambios geopolíticos, geoeconómicos y/o geoestratégicos. Según Kubalokova, Onuf y Kowert (1998), dichos cambios se producirían en un entorno en el que “una gran parte del planeta [también] está cambiando las formas internas de manejar [sus] asuntos políticos, económicos y sociales. Ninguna parte del mundo puede evitar estos cambios o sus consecuencias; el mundo entero está continuamente en construcción” (p. 19). Según esto, para los constructivistas las teorías basadas en fenómenos como los Estados, los equilibrios de poder, la anarquía o el interés nacional son inadecuadas, ya que son abstracciones que se “construyen” en las mentes de los seres humanos, en lugar de ser objetos con una realidad concreta. A lo cual Pfaltzgraff (2011, p. 42) agrega: “las relaciones humanas son inherentemente sociales, ya que están definidas por los arreglos sociales hechos por individuos o grupos que están dotados de libre albedrío”.

Traducido al ámbito espacial, esto significa que la humanidad tendría la capacidad de crear o construir los tipos de arreglos que desee tener para el espacio. En este orden de ideas, las reglas de comportamiento serían el resultado de un cambiante consenso intersubjetivo que surge a lo largo del tiempo, a partir de discusiones, pensamientos y acciones. En otras palabras, así como se construye la realidad y las respectivas identidades individuales, grupales y nacionales, sería posible considerar el espacio ultraterrestre como un escenario en el cual las reglas de comportamiento, primero derivadas de la experiencia terrenal y luego evolucionando a la luz de nuevos factores,

conducen a la construcción de nuevas reglas que gobiernan el comportamiento y las identidades en el espacio.

De acuerdo con el constructivismo, se crearían nuevos valores y expectativas que se integrarían en un número cada vez mayor de personas, extendiéndose a comunidades epistémicas más amplias (definidas como élites), con una comprensión compartida de un tema en particular. Presumiblemente, los organizadores de este proyecto y sus participantes se encuentran dentro de esta categoría, ya que desarrollan una base ideacional para pensar y desarrollar estrategias para el poder espacial. Estas comunidades epistémicas crearían una estrategia para lograr sus objetivos y desempeñar un papel innovador importante. Quienquiera que construya reglas de comportamiento que puedan aplicarse al espacio ultraterrestre, determinará cuáles son esas reglas, al menos en la medida en que se trate con relaciones políticas, sociales y económicas.

5. Conclusiones

Desde el lanzamiento del *Sputnik* por parte de la Unión Soviética en 1957, muchos Estados comenzaron a incluir las preocupaciones de seguridad basadas en el espacio en sus políticas exteriores, lo que los obligó a considerar qué significaban las nuevas operaciones en el espacio para la seguridad nacional; también comenzaron a integrar activos basados en el espacio en sus enfoques para una amplia gama de desafíos de desarrollo nacional, desde la agricultura hasta la mejora de la salud y el desarrollo de los recursos naturales. Aunque la importancia del espacio para el poder nacional, el prestigio y el potencial de los Estados ha sido menos evidente en los años transcurridos desde los días de la carrera espacial de la Guerra Fría, su importancia nunca ha disminuido y continuará aumentando a medida que muchos Estados incrementan los presupuestos espaciales nacionales; por ende, el espacio exterior se ha ganado, de hecho, un lugar permanente en la mesa de los asuntos relacionados con el conflicto internacional, la paz, el desarrollo nacional e internacional, la geopolítica y el derecho internacional.

Con base en lo anterior, la teoría del poder espacial es un marco para construir un pensamiento creativo sobre una gama de posibilidades que guíen la toma de decisiones y la construcción de estrategias relacionadas con cualquier dimensión de la seguridad de un Estado que pueda verse amenazada por el poder espacial de otro actor, sea éste estatal o no; es decir, la teoría del poder espacial es una herramienta de análisis que facilita el desarrollo de estrategias espaciales específicas que garanticen su seguridad multidimensional.

Para Font y Ortega (2012), la seguridad multidimensional es un marco conceptual que parte de la idea de que las amenazas a un Estado no provienen exclusivamente del ámbito militar, sino también de otros, como el político, económico, tecnológico, ambiental, social, etc. Según Álvarez y Cañón (2019), el concepto de seguridad multidimensional reconoce que en un mundo cada vez más globalizado, “cohabitan todo tipo de amenazas, lo que hace necesario e imperativo dicho concepto evolucione a la par con el sistema, en el cual los Estados se encontrarían en una condición de interdependencia en términos de seguridad” (p. 196). Por ende, una perspectiva estratégica basada en la seguridad multidimensional partiría de la base de que las amenazas a la seguridad nacional de un Estado dejarían de ser sólo las tradicionales (amenaza física por parte de las capacidades militares de un Estado o actor no estatal), y las fuerzas militares e instituciones encargadas de lidiar con temas de seguridad deberían, en consecuencia, “innovar para responder a situaciones diversas y cambiantes en nuevos escenarios” (Font y Ortega, 2012, p. 65).

Como ya se mencionó, en octubre de 1957, la Unión Soviética sorprendió al mundo al lanzar con éxito el primer satélite artificial, *Sputnik 1*, a la órbita terrestre baja (LEO). Al repetir esta hazaña un mes después del primer lanzamiento (*Sputnik 2*), los soviéticos hicieron una declaración de profundo significado tecnológico, político y militar que marcaría el comienzo de la carrera espacial. Y a medida que la Guerra Fría se intensificaba, los Estados Unidos se dieron cuenta rápidamente de las implicaciones globales y el potencial militar de los activos espaciales en el “terreno elevado”, respondiendo con el desarrollo de su propia capacidad espacial, que culminaría una década más tarde en el logro de la visión del presidente Kennedy y las Misiones *Apolo* de la NASA. Desde entonces, el desarrollo espacial ha proliferado, y ahora docenas de Estados y actores no estatales buscan beneficios económicos y militares al participar de las actividades espaciales. De acuerdo con Lambakis (2018), más de 170 Estados tienen acceso a capacidades espaciales en la actualidad, de los cuales 11 cuentan con infraestructura y capacidades de lanzamiento espacial propias. Y si se tiene en cuenta que las teorías de relaciones internacionales tienen un enfoque tanto descriptivo como prescriptivo en la competencia y la cooperación, inevitablemente se convertirían en la base para la especulación y la teorización sobre tales relaciones en el espacio ultraterrestre, incluidas las capacidades espaciales. El poder espacial sería un concepto multifacético que, como otros tipos de poder en los estudios de relaciones internacionales, podría llegar a ser complejo, indeterminado e intangible (Hays, 2002), incluyendo la posesión de capacidades para realizar operaciones militares, en y desde el espacio, así como para utilizarlo con fines comerciales y otros pacíficos.

Asimismo, el poder espacial entendido como el uso competitivo del espacio para fines y ventajas nacionales, ampliaría el concepto de dominio de las teorías de relaciones internacionales, desde la tradicional configuración geográfica horizontal de la Tierra (dividida en tierra y mares), para incluir la dimensión vertical que se extiende desde el espacio aéreo hasta el espacio exterior. En consecuencia, las teorías sobre el comportamiento político de los Estados y otros actores no estatales en el espacio exterior serían extensiones de las propias hipótesis sobre el ejercicio del poder en la Tierra. Durante gran parte del siglo XX, la carrera espacial fue un elemento de gran relevancia en los asuntos referentes a la seguridad y la defensa de los Estados. Y si bien hasta hace muy pocos años, el monopolio de los Estados Unidos y la Federación Rusa por el control del espacio exterior era innegable, esta situación ha comenzado a mutar a medida que las potencias en ascenso se embarcan en la investigación, exploración y utilización del espacio ultraterrestre, por lo que en el futuro inmediato la importancia de este aspecto como variable de análisis geopolítico y estratégico será aún mayor que durante la Guerra Fría, pues los elevados niveles de desarrollo tecnológico en la actualidad aumentarían las potencialidades del uso del espacio, constituyéndolo como un escenario de competencia y posible confrontación.

Del mismo modo que la presencia en el espacio supone una enorme oportunidad de cara a la exploración cósmica de las potencias y al usufructo de sus recursos, resulta también interesante por las dinámicas geopolíticas más inmediatas que plantea a nuestro planeta. Tal como se pudo constatar durante la Guerra Fría, cuando se llegó a revelar la capacidad de hacer uso militar de los satélites artificiales puestos en órbita, las consecuencias de un vector espacial hacia la Tierra generaron implicaciones directas a la política internacional y a la capacidad de disuasión de los Estados más poderosos. No obstante, el uso militar del espacio es una de las muchas posibilidades que pueden entrar en juego, pues existen tantos tipos de satélites como necesidades. En las últimas décadas, el espacio se ha convertido en un escenario esencial para la precisión, el sigilo, el comando y control, la recopilación de inteligencia y la maniobrabilidad de los sistemas de armas terrestres; pero además de sus usos militares, también se ha vuelto indispensable para las comunicaciones civiles y un sinnúmero adicional de aplicaciones comerciales.

La economía espacial es uno de los sectores de mayor crecimiento a nivel mundial, con un valor de US\$383.5 mil millones en 2017 y de US\$640 mil millones para 2030 (Space Foundation, 2018); por ende, la cuestión residiría en conjugar los intereses de cada uno de los actores espaciales que decidan hacer uso del espacio, particularmente de las órbitas terrestres, cada vez más saturadas.

Ahora bien, las utilidades que ofrecen los sistemas espaciales sustentan, hoy por hoy, la forma de vida en Colombia y proporcionan a sus fuerzas militares, capacidades críticas de combate, si bien la mayoría de estas utilidades espaciales derivadas o procesadas por satélites estarían por el momento contratadas a terceros Estados, en materia de meteorología, comunicaciones, posicionamiento y navegación, vigilancia y reconocimiento de la tierra, funciones de recolección de inteligencia, entre otras. Pero las capacidades para atacar sistemas espaciales antes y durante conflictos convencionales se están extendiendo a numerosos Estados y la proliferación de tecnologías espaciales ofrece a gobiernos extranjeros y entidades no estatales oportunidades incomparables para mejorar la efectividad militar sobre Colombia y, con el tiempo, irrumpir la estabilidad económica, financiera, política, y social del Estado colombiano, que será cada vez más dependiente de los sistemas espaciales.

Pero, ¿está la sociedad colombiana preparada para lidiar con la creciente dependencia espacial de la conectividad, la tecnología y otros servicios que apoyan una amplia gama de actividades políticas, militares y económicas? Independientemente de la respuesta, el gobierno, sus fuerzas militares, y la sociedad colombiana en general, podrían tomar medidas ahora para comprender mejor y mitigar los riesgos asociados con la creciente dependencia del espacio de la actual sociedad digital, ya que, sin una presencia autónoma en el espacio, el país seguiría perdiendo inevitablemente ventajas en el planeta.

Y aunque si bien Colombia ha transitado lentamente hacia el desarrollo de nano-satélites que permitan elevar el interés de este tipo de temas en la opinión pública nacional, a la hora de hablar de satélites, Colombia se queda relegada con relación a otros Estados, incluyendo vecinos regionales como Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, México, Perú y Venezuela, quienes ya cuentan con grandes artefactos aeroespaciales; y una de las razones para este atraso y desinterés podría ser que la sociedad colombiana en general, continuaría considerando al “espacio” como algo distante; tanto así, que bajo el dicho “el cielo es el límite”, los objetos y recursos del espacio exterior estarían invariablemente “fuera de este mundo”. Sin embargo, esta noción no sería del todo correcta, si se toma en consideración que el escenario “espacial” estaría a tan sólo una hora en dirección ascendente, si alguien se desplazara en esa dirección a 100 kilómetros de velocidad.

Referencias

- Álvarez, C., Santafé, G. y Urbano, O. (2017). *Metamorphosis bellum: ¿mutando a guerras de quinta generación?* En Álvarez, C. (Ed.). *Escenarios y desafíos de la seguridad multidimensional en Colombia*. Bogotá: Esdegue, pp. 145-248.
- Álvarez, C. y Zambrano J. (2017). Globalización desviada: plataforma de convergencia criminal. En Álvarez, C. (Ed.). *Escenarios y desafíos de la seguridad multidimensional en Colombia*. Bogotá: Esdegue, pp. 249-306.
- Álvarez, C. y Cañón, C. (2019). De la construcción del estado a la construcción de la nación colombiana: aportes y reflexiones desde los estudios en seguridad y defensa. En Pastrana, E. y Gehring, H. (Eds.). *Fuerzas Militares de Colombia: Nuevos Roles y Desafíos Nacionales e Internacionales*. Bogotá: Fundación Konrad Adenauer, pp. 181-208.
- Álvarez, C., Corredor, C. y Vanegas, O. (2018). Pensamiento y cultura estratégica en seguridad y defensa: bases para la construcción de una gran estrategia del Estado. En Álvarez, C. y Fernández, A. (Eds.). *Hacia una gran estrategia en Colombia: construcción de política pública en seguridad y defensa*. Bogotá: Esmic, pp. 13-80.
- Álvarez, C., Ramírez, Y. y Castaño, G. (2018). Geografía, estado y gran estrategia: una relación indisoluble. En Álvarez, C. y Fernández, A. (Eds.). *Hacia una gran estrategia en Colombia: construcción de política pública en seguridad y defensa*. Bogotá: Esmic, pp. 81-148.
- Álvarez, C., Baron, P. y Monroy, V. (2018). Poder astuto: estrategia del empleo del poder en el siglo XXI. En Álvarez, C. y Fernández, A. (Eds.). *Hacia una gran estrategia en Colombia: construcción de política pública en seguridad y defensa*. Bogotá: Esmic, pp. 171-268.
- Aveni, A. (1996). Astronomy in the Americas. En Walker, B. (Ed.). *Astronomy Before the Telescope*. London: British Museum Press, pp. 268-289.
- Bowen, B. (2019) From the Sea to Outer space: The Command of Space as the Foundation of Spacepower Theory. *Journal of Strategic Studies*, 42(3), 532-556
- Breasted, J. (1935). The Beginnings of Time-Measurement and the Origins of Our Calendar. *The Scientific Monthly*, 41(4), 289-304.
- Broda, J. (2000). Mesoamerican Astronomy and the Ritual Calendar. En Selin, H. (Ed.). *Astronomy Across Cultures: The History of Non-Western Astronomy*. London: Springer, pp. 225-269.
- Chauvin, M. (2000). Useful and Conceptual Astronomy in Ancient Hawaii. En Selin, H. (Ed.). *Astronomy Across Cultures: The History of Non-Western Astronomy*. London: Springer, pp. 91-127.
- Clausewitz, C. (1989). *On War*. Princeton: Princeton University Press.

- Colby, E. (2016). *From Sanctuary to Battlefield: A Framework for a U.S. Defense and Deterrence Strategy for Space*. Washington: Center for a New American Security.
- Corbett, J. (1911). *Principles of Maritime Strategy*. New York: Dover Publications (reed. 2004).
- Dearborn, D. (2000). The Inca: Rulers of the Andes, Children of the Sun. En Selin, H. (Ed.). *Astronomy Across Cultures: The History of Non-Western Astronomy*. London: Springer, pp. 197-225.
- DeBlois, B. (1997). Ascendant Realms: Characteristics of Airpower and Space Power. En Meilinger, P. (Ed). *The Paths of Heaven: The Evolution of Airpower Theory*. Maxwell Air Force Base: Air University Press, pp. 529-578.
- DeBlois, B. (1998). Space Sanctuary: A Viable National Strategy. *Airpower Journal*, 12(4), 41-57.
- De Young, G. (2000). Astronomy in Ancient Egypt. En Selin, H. (Ed.). *Astronomy Across Cultures: The History of Non-Western Astronomy*. London: Springer, pp. 475-509.
- Douhet, G. (1921). *Il Dominio dell'Aria*. Roma: Rivista Aeronautica.
- Font, T. y Ortega, P. (2012). Seguridad nacional, seguridad multidimensional y seguridad humana. *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global* (11), 161-172.
- Glaser, C. (1994). Realists as Optimists: Cooperation as Self-Help. *International Security*, 19(3), 50-90.
- Glassner, M. (1993). *Political Geography*. New York: John Wiley and Sons.
- Gray, C. (1996). The Influence of Space Power upon History. *Comparative Strategy*, 15(4), 293-308.
- Haas, E. (1964). *Beyond the Nation-State*. Stanford: Stanford University Press.
- Hardesty, D. (2005). Space-Based Weapons: Long-Term Strategic Implications and Alternatives. *Naval War College Review*, 58(2), 44-66.
- Harding, R. (2013). *Space Policy in Developing Countries*. Abingdon: Routledge.
- Harter, M. (2006). Ten Propositions Regarding Space Power: The Dawn of a Space Force. *Air & Space Power Journal*, XX(2), 64-78.
- Harvey, B (2018). *Discovering the Cosmos with Small Spacecraft: The American Explorer Program*. Dublin: Springer Praxis Books.
- Hays, P. (2002). *United States Military Space: Into the Twenty-first Century*. Maxwell Air Force Base: Air University Press.
- Hyatt, J., Laugesen, P., Rampino, M., Ricchi, R. y Schwarz, J. (1995). *Space Power 2010*. Maxwell Air Force Base: Air Command and Staff College.
- Jervis, R. (1978). *Perception and Misperception in International Politics*. Princeton: Princeton University Press.
- Johnson, J. (2007). *Space as a Strategic Asset*. New York: Columbia University Press.

- Johnson, J. (2017). *Space Warfare in the 21st Century: Arming the Heavens*. New York: Routledge.
- Johnson, J. (2018). Space and National Security. En Reveron, D., Gvosdev, N. y Cloud, J. (Eds.). *The Oxford Handbook of U.S. National Security*. New York: Oxford University Press, pp. 435-452.
- Jusell, J. (1998). *Space Power Theory: A Rising Star*. Maxwell Air Force Base: Air University Press.
- Keohane, R. y Nye, J. (2011). *Power and Interdependence*. New York: Longman.
- Klein, J. (2004). Corbett in Orbit: A Maritime Model for Strategic Space Theory. *Naval War College Review*, 57(1), 59-74.
- Klein, J. (2006). *Space Warfare: Strategy, Principles and Policy*. New York: Routledge.
- Kojevnikov, A. (2011). The Cultural Spaces of the Soviet Cosmos. En Andrews, J. y Siddiqi, A. (Eds.). *Into the Cosmos: Space Exploration and Soviet Culture*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, pp. 15-28.
- Kragh, H. (2007). *Conceptions of Cosmos, From Myths to the Accelerating Universe: A History of Cosmology*. Oxford: Oxford University Press.
- Krupp, E. (1997). *Skywatchers, Shamans and Kings: Astronomy and the Archaeology of Power*. New York: Wiley.
- Kubalokova, V., Onuf, N. y Kowert, P. (1998). *International Relations in a Constructed World*. Armonk: M.E. Sharpe.
- Lambakis, S. (2018). Foreign Space Capabilities: Implications for U.S. National Security. *Comparative Strategy*, 37(2), 87-154.
- Larned, R. (1994). *Air and Space Doctrine Symposium*. Maxwell Air Force Base: Air University Press.
- Lehman, M. (1963). *This High Man: The Life of Robert H. Goddard*. New York: Farrar, Straus and Company.
- Logsdon, M. (2010). *John F. Kennedy and the Race to the Moon*. New York: Palgrave Macmillan.
- Lupton, D. (1988). *On Space Warfare: A Space Power Doctrine*. Maxwell Air Force Base: Air University Press.
- Mahan, A.T. (1894). *The Influence of Sea Power Upon History 1660-1783*. Boston: Little, Brown y Co.
- Mayer, H. (2011). A Short Chronology of Spaceflight. En Brunner, C. y Soucek, A. (Eds.). *Outer Space in Society, Politics and Law*. New York: Springer, pp. 20-29.
- Millán, G. (2000). La conquista del espacio. En *Horizontes Culturales: Las Fronteras de la Ciencia*. Madrid: Espasa, pp. 207-220.

- Mitchell, W. (1925). *Winged Defense: The Development and Possibilities of Modern Air*. Tuscaloosa: Alabama University Press (reed. 2009).
- Morgenthau, H. (1960). *Politics among Nations: The Struggle for Power and Peace*. New York: Alfred A. Knopf.
- Mosher, D. (2000). Understanding the Extraordinary Cost of Missile Defense. *Arms Control Today*, 30(6), 48-62.
- National Oceanic and Atmospheric Administration -NAA- (2019). *Satellite and Information Service*. Obtenido de <https://www.nesdis.noaa.gov/>
- Newton, R. (2004). *Galileo's Pendulum*. Cambridge: Harvard University Press.
- Oberg, J. (1999). *Space Power Theory*. Colorado Springs: U.S. Air Force Academy.
- Oberg, J. (2009). *Toward a Theory of Space Power: Defining Principles for U.S. Space Policy*. Washington: Marshall Center.
- Peoples, C. (2011). The Securitization of Outer Space: Challenges for Arms Control. *Contemporary Security Policy*, 32(1), 76-98.
- Peter, N. (2010). The New Space Order: Why Space Power Matters for Europe. *Space & Defense*, 4(1), 53-71.
- Pfaltzgraff, R. (2011). International Relations Theory and Space Power. En Lutes, C. y Hays, P. (Eds.). *Toward a Theory of Space Power: Selected Essays*. Washington: National Defense University Press, pp. 29-44.
- Pollpeter, K. (2016). Space, the New Domain: Space Operations and Chinese Military Reforms. *Journal of Strategic Studies*, 39(56), 709-727.
- Potter, E. (1981). *Sea Power: A Naval History*. Annapolis: Naval Institute Press.
- Robbins, L. (2000). Astronomy and Prehistory. En Selin, H. (Ed.). *Astronomy Across Cultures: The History of Non-Western Astronomy*. London: Springer, pp. 31-53.
- Rose, G. (1998). Neoclassical Realism and Theories of Foreign Policy. *World Politics*, 51(1), 144-172.
- Siddiqi, A. (2000). *Challenge to Apollo: The Soviet Union and the Space Race, 1945-1974*. Washington: NASA.
- Siddiqi, A. (2018). *Beyond Earth: A Chronicle of Deep Space Exploration 1958-2016*. Washington: NASA.
- Sidey, H. (1964). *John F. Kennedy: President*. New York: Atheneum.
- Snedegar, K. (2000). Astronomical Practices in Africa South of the Sahara. En Selin, H. (Ed.). *Astronomy Across Cultures: The History of Non-Western Astronomy*. London: Springer, pp. 455-475.
- Space Foundation (2018). *The Space Report 2018: The Authoritative Guide to Global Space Activity*. Colorado Springs: Space Foundation.

- Spangenburg, R. y Moser, D. (1995). *Wernher von Braun: Rocket Visionary*. New York: Chelsea House Publishing.
- Sterling, B. (1992). *The Hacker Crackdown*. New York: Bantam Books.
- Straub, J. (2015). Application of a Maritime Framework to Space: Deep Space Conflict and Warfare Scenario. *Astropolitics*, 13(1), 65-77.
- Tellis, A. (2007). Punching the US Military's "Soft Ribs": China's Anti-Satellite Weapon Test in Strategic Perspective. *Policy Brief* (51). Carnegie Endowment for International Peace.
- The Guardian (21 mayo de 2008). *Japan to Allow Military Use of Space*. Obtenido de: <https://www.theguardian.com/world/2008/may/21/japan>.
- Tseng, L. (2011). *Picturing Heaven in Early China*. Cambridge: Harvard University Press.
- Verne, J. (1865). *From the Earth to the Moon*. New York: P.F. Collier & Sons.
- Waltz, K. (1979). *Theory of International Politics*. Reading: Addison-Wesley.
- Wells, R. (1996). Astronomy in Egypt. En Walker, B. (Ed). *Astronomy Before the Telescope*. London: British Museum Press, pp. 32-56.
- Weir, A. (2004). An Ultra-Realist Theory of Perception. *International Journal of Philosophical Studies*, 12(2), 105-128.
- Willard, S. (2007). *Sputnik/Explorer I: The Race to Conquer Space*. New York: Chelsea House Publishing.
- Williams, M. (2011). Contingent Realism: Abandoning Necessity. *Social Epistemology*, 25(1), 37-56.
- Witkin, R. (1958). *The Challenge of the Sputniks, in the Words of President Eisenhower and Others*. Garden City: Doubleday.
- Xiaochun, S. (2000). Crossing the Boundaries Between Heaven and Man: Astronomy in Ancient China. En Selin, H. (Ed.). *Astronomy Across Cultures: The History of Non-Western Astronomy*. London: Springer, pp. 423-455.
- Zakaria, F. (1997). Realism and Domestic Politics. *International Security*, 17(1), 162-183.
- Zhen, L. (2000). *Alternative Twenty-Five Histories: Records of Nine Kingdoms*. Jinan: Qilu Press.

