

26a
CONVENCIÓN DE ASTRONOMÍA

SABADELL
14, 15, 16 MARZO
2025

Más allá de la observación, promoviendo la colaboración PRO-AM

Cambio de paradigma en la exploración espacial

Nicolas Cahen



Es la primera vez que voy a hablar de este tema; para mí también es nuevo. Hace unos meses me topé en una librería con unos libros relacionados con la exploración del espacio, y al fin y al cabo, me permitieron entrar un poco más en detalle sobre todo lo que os contaré, toda la evolución de la exploración espacial.

¿Qué ha pasado desde el Sputnik hasta lo que estamos viendo hoy en términos de lo que está ocurriendo en el cielo? Esa es la idea. Tengo conciencia de que, en poco menos de media hora, este análisis será incompleto y, muy probablemente, sesgado. No pretendo tener un punto de vista completamente claro sobre el tema. También pienso que la exploración espacial está directamente relacionada con las relaciones internacionales y la

geopolítica. Son temas polémicos y apasionantes. No pretendo ser totalmente objetivo ni libre de sesgos, pero intentaré dejar la emoción de lado y analizar en qué punto estamos hoy en día en este ámbito.

En una primera etapa, a partir de 1957 tuvimos el Sputnik, las primeras personas que salieron al espacio, Laika, las misiones Apollo, las Pioneer, las Voyager, etc. En aquella época existían dos grandes bloques geopolíticos que, además de hacer ciencia, buscaban prestigio a través de la exploración espacial.

Hoy en día, ¿qué tenemos? Hubo un período de transición entre aquella primera etapa y lo que vemos ahora, representado por la era de los transbordadores espaciales. La NASA intentó reducir los costos de los lanzamientos, pero no lo logró, y por eso cerró el programa de los transbordadores, cuyos costos fueron mucho más altos de lo previsto. Además, hubo problemas técnicos y accidentes. Sin embargo, en esa época también se desarrollaron misiones icónicas como el telescopio Hubble, los rovers Curiosity y Perseverance, y la sonda Cassini. Esta etapa marcó el final del siglo XX y el inicio del XXI.

Hoy en día, se habla de "Old Space" y "New Space". ¿Qué está pasando en el espacio? A raíz de lo que he leído, diría que hay cuatro grandes líneas de desarrollo. Primero, una expansión acelerada del sector privado. Segundo, un aumento exponencial de actividades. Tercero, la aparición de nuevas potencias espaciales. Cuarto, el establecimiento de nuevos objetivos.

Primero, la expansión del sector privado. Podemos resumirlo con algunas imágenes: Starship, los cohetes Falcon y una versión de Starship que se está desarrollando para el

programa Artemisa, que no se sabe si finalmente será esta la opción elegida. Desde una perspectiva histórica, podemos destacar el papel de una figura clave en este desarrollo, aunque intentaré no mencionarlo.

A principios del siglo XXI, alrededor de 2002 o 2003, esta persona estaba muy interesado por una sociedad estadounidense enfocada en Marte. Su idea inicial era colocar invernaderos en el planeta rojo. Para ello, intentó comprar cohetes a Rusia, pero las negociaciones no llegaron a buen puerto debido a los costos. Entonces decidió explorar la posibilidad de reducir los costos de los lanzamientos, lo que llevó a la fundación de SpaceX. Haciendo cálculos, se dio cuenta de que, si lograba diseñar cohetes reutilizables, podría reducir significativamente los costos. Esto marcó una nueva etapa.

También tenemos otras imágenes conocidas, como la creciente presencia de los satélites Starlink en la órbita baja terrestre, que se sitúa entre 200 y 2,000 kilómetros de altitud. La empresa SpaceX ha dominado este mercado. Hoy en día, aproximadamente el 40 % de los satélites en órbita baja pertenecen a Starlink, con todas las consecuencias que ello implica.

Existen otras empresas como Blue Origin, cuyo fundador también es una figura reconocida. Esta empresa también desarrolla cohetes reutilizables y tiene un programa de constelación en órbita baja llamado Kuiper, aunque está un poco rezagado y ha contratado a Ariane, el consorcio europeo, para lanzar parte de sus satélites.

En este sector, hay literalmente cientos de startups desarrollándose en diversos campos. Por ejemplo, Rocket Lab, que lanza cohetes desde Nueva Zelanda, y AstroForge, que recientemente envió una sonda para analizar un asteroide cercano con el objetivo de evaluar la viabilidad de la minería espacial.



Empresas privadas de la astronáutica

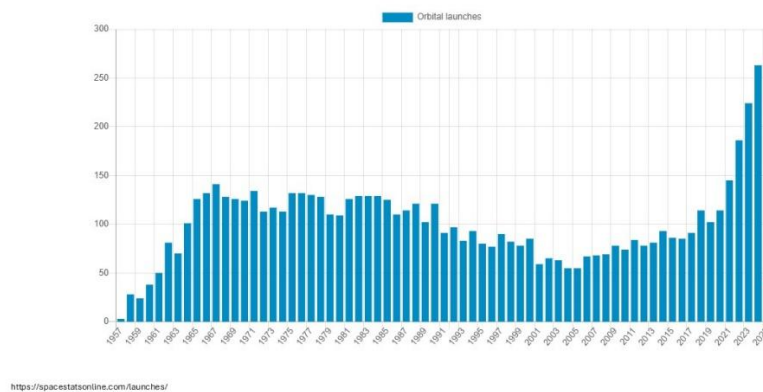
Otras empresas como Firefly Aerospace han logrado avances significativos. También están Intuitive Machines y su sonda que aterrizó recientemente en la Luna, aunque con dificultades. Estas misiones forman parte de un programa de la NASA que contrata startups para llevar a cabo misiones de bajo costo y apoyar programas más amplios, como Artemisa.

Otro aspecto clave es el desarrollo de nuevas estaciones espaciales comerciales. Action Space, por ejemplo, está construyendo la que reemplazará a la Estación Espacial Internacional. De hecho, pronto se acoplará un módulo a la estación actual. En el futuro, las estaciones en órbita baja serán principalmente comerciales, salvo excepciones como la estación china.

Por otro lado, en 2010, con el cierre del programa de transbordadores, Estados Unidos perdió la capacidad de enviar astronautas al espacio y contrató a dos empresas para desarrollar un nuevo sistema de transporte. SpaceX creó Crew Dragon y Boeing desarrolló el Starliner. Sin embargo, Starliner ha enfrentado múltiples retrasos y problemas técnicos.

El segundo punto es el aumento exponencial de actividades. Los lanzamientos orbitales han crecido de manera impresionante, especialmente desde el inicio de la constelación Starlink. Se ha llegado a un promedio de casi un lanzamiento por día, con más de 300 lanzamientos anuales. Cabe decir que la gran mayoría se dedican a las telecomunicaciones, el porcentaje de satélites dedicados a la ciencia es francamente ridículo.

Lanzamientos orbitales por año



Lanzamientos orbitales por año

Otro cambio importante es que, globalmente, los satélites son cada vez más pequeños. Antes los satélites pesaban toneladas, mientras que hoy en día, la gran mayoría pesan entre 100 kilos y una tonelada; y están creciendo mucho los satélites de entre 10 y 100 kilos, y los nanosatélites, de menos de 10 kilos.

Hoy en día estamos con más de 11,500 activos en el espacio, el 80-90 % de ellos en órbita baja y el 40 % pertenecientes a Starlink. Esto genera nuevos desafíos, como la basura espacial y el riesgo de colisiones. Se calcula que alrededor de la Tierra hay más de un millón de objetos de distintos tamaños.

En 2023, la red Starlink tuvo que realizar 20,000 maniobras de evasión para evitar colisiones; y en una ocasión, la estación espacial china Tiangong tuvo que maniobrar para evitar un choque con un satélite de Starlink, lo que generó un incidente diplomático.

Otro problema es el vacío legal. En 1967, un tratado internacional estableció que el espacio es patrimonio de toda la humanidad, pero en 2015, una nueva legislación en Estados Unidos abrió la puerta a la explotación privada de recursos espaciales. Actualmente, no existen convenios internacionales claros sobre este tema.

Las previsiones indican que, en cinco años, podríamos tener hasta 100,000 satélites en órbita baja, lo que incrementaría el riesgo de colisiones y la acumulación de basura espacial. Una idea de estas proyecciones es la Unión Internacional de Telecomunicaciones que está en Ginebra, y recibe dosieres para otorgar frecuencias de explotación. Por lo visto, hay todo un mercado especulativo sobre el tema, es decir, que hay empresas que de momento hacen

dosieres y después venden la capacidad que han recibido para utilizar unas frecuencias. Y está subiendo muchísimo el precio.

Volviendo sobre el tema de las colisiones, es uno de los grandes problemas. Hay algunos programas para evitar la basura espacial, pero si tenemos varias colisiones en poco tiempo, se podría perder el control y tener una reacción en cadena que nos haría perder la órbita baja por estar con un sinnúmero de basura.

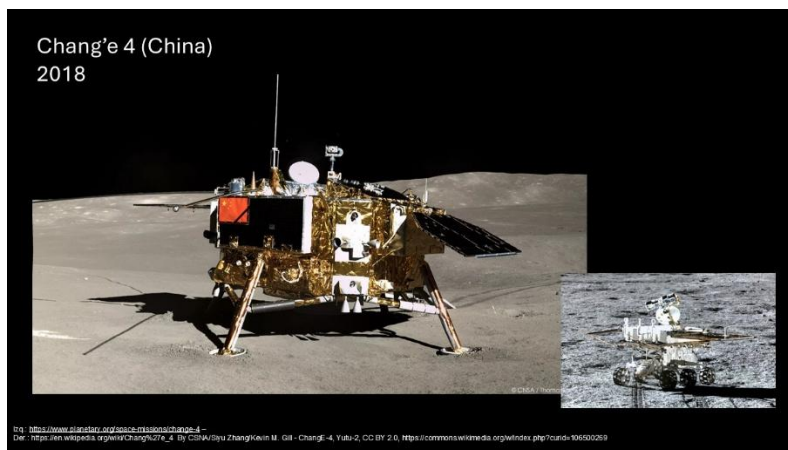
Esto nos lleva a un tema crucial: muchas empresas están, de cierta manera, colonizando el espacio. Es importante tener en cuenta que, en la mayoría de los casos, los principales clientes de estas empresas privadas son el sector público y el sector militar.

De hecho, Starlink firmó hace dos años un contrato muy importante con el gobierno de los Estados Unidos para desarrollar una versión militarizada de su red de satélites, denominada Starshield (Escudo Estelar).

Ya hemos visto la creciente probabilidad de colisiones en el espacio. Como observadores frecuentes, notamos un aumento exponencial en las trayectorias de los satélites, lo que genera preocupaciones en la comunidad científica y espacial.

Otra característica de hoy en día es el ascenso de nuevas potencias espaciales. China es ahora una potencia que busca consolidarse en el escenario espacial, compitiendo al mismo nivel que Estados Unidos. No podemos hablar aún de una nueva Guerra Fría, aunque no se puede descartar esa posibilidad. Mientras Rusia ha perdido protagonismo en esta carrera, China ha asumido un papel central. En los últimos años, ha llevado a cabo varias misiones exitosas a la Luna.

Entre sus logros destaca la exploración de la cara oculta de la Luna con robots que han recolectado muestras de minerales. China tiene un ambicioso programa espacial tripulado tanto para la Luna como para Marte, además de contar con una estación espacial operativa desde 2021.



Chang'e 4 de la China

Por otro lado, China ha desarrollado un cohete con un diseño muy similar al Starship de SpaceX. Además, India también ha realizado misiones lunares exitosas y ha declarado oficialmente su objetivo de enviar astronautas a la Luna en un futuro cercano.

Podemos decir que hay una clara voluntad global de llegar a la Luna y a Marte. Elon Musk, fundador de SpaceX, ha declarado abiertamente su intención de colonizar Marte.

El programa Artemisa, que lleva años en desarrollo y cuenta con la participación de varias agencias espaciales internacionales, busca establecer una presencia humana sostenible en la Luna. Habrá que ver si la nueva administración de Estados Unidos continuará apoyando este enfoque.

Entre los participantes del programa se encuentran la Agencia Espacial Europea, Roscosmos (que en su momento formó parte), la JAXA japonesa y la Agencia Espacial Canadiense.

Uno de los principales componentes de este plan es la construcción de la estación Gateway, que servirá como punto de tránsito entre la Tierra y la futura base lunar.

SpaceX ha confirmado recientemente que el Starship realizará un vuelo tripulado alrededor de la Luna en 2026. Este cohete, diseñado específicamente para aterrizar en la Luna, es considerablemente más grande y tiene una capacidad de carga muy superior a la de cualquier otro lanzador anterior.

Uno de sus aspectos innovadores es la incorporación de una compuerta con un ascensor que permitirá a los astronautas descender a la superficie lunar.



Starship HLS

El discurso de toma de posesión del expresidente Donald Trump reflejaba una visión expansionista de Estados Unidos, evocando la retórica de los colonos del Lejano Oeste. La exploración espacial se enmarca dentro de esta misma narrativa: la conquista de nuevos territorios y la expansión de la influencia estadounidense.

Es interesante reflexionar sobre el propósito real de la exploración espacial y las motivaciones detrás de estos proyectos.

Un cambio significativo en la NASA ha sido la nominación de Jared Isaacman, un empresario multimillonario y piloto, para dirigir la agencia. Aunque aún debe pasar por la aprobación del Senado, su perfil representa un giro en las prioridades de la NASA, alejándola de la investigación científica y acercándola a una visión más comercial y militar.

Isaacman, conocido por ser el primer astronauta privado en realizar una caminata espacial (EVA), ha construido su carrera en empresas de pagos electrónicos y en la formación de pilotos militares. Su nombramiento podría transformar la orientación de la NASA hacia un enfoque más empresarial.

Las grandes figuras detrás de la exploración espacial han estado influenciadas por diversas corrientes filosóficas y científicas.

Jeff Bezos, fundador de Blue Origin, ha sido fuertemente influenciado por Gerard O'Neill, un científico estadounidense de los años 70 que propuso la creación de colonias espaciales autosuficientes. Sus diseños de hábitats espaciales giratorios permitirían generar gravedad artificial y mantener ecosistemas autosostenibles.

Por su parte, Elon Musk se ha inspirado en el cosmismo, una corriente filosófica rusa representada por Konstantín Tsiolkovski. Este pensador, considerado uno de los padres de la astronáutica, creía que la humanidad debía expandirse más allá de la Tierra para garantizar su supervivencia. Curiosamente, el presidente ruso Vladimir Putin también se identifica con esta corriente filosófica.

En conclusión, el paralelismo entre la conquista del Lejano Oeste y la exploración espacial es evidente. La Luna parece ser el primer paso antes de una eventual colonización de Marte.

Se han identificado regiones estratégicas en la cuenca de Aitken, cerca del polo sur lunar, como candidatas para establecer bases permanentes. Estas áreas son especialmente atractivas por la posible presencia de hielo de agua y la exposición continua a la luz solar, lo que facilitaría la generación de energía.

Sin embargo, la ausencia de un marco legal internacional claro podría generar conflictos entre las potencias espaciales. Actualmente, Estados Unidos y, en particular, SpaceX, actúan con gran libertad en la gestión de la órbita baja, lo que plantea interrogantes sobre la gobernanza del espacio en el futuro.

