

Artículo Nº 01/2026 USO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN EL ESPACIO



Por Álvaro Aguirre Warden. Director de Asuntos Espaciales.
27 de enero de 2026. 10 Min. de lectura.

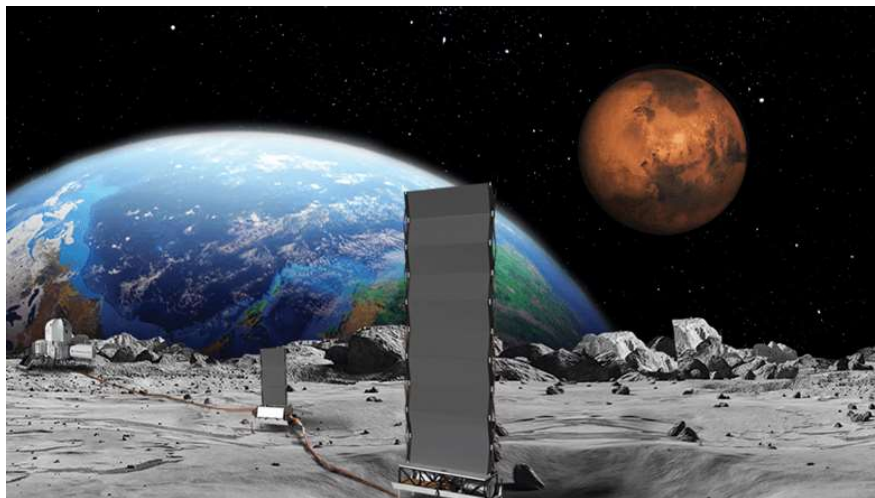
INTRODUCCIÓN

Se ha estado estudiando que la Energía Nuclear puede ser utilizada en el espacio para propulsión de las naves espaciales como también para generación de energía eléctrica tanto en las naves como en la superficie de los satélites naturales y de los planetas.

Uno de los grandes retos es llevar astronautas a Marte, un viaje que implica recorrer unos 224 millones de kilómetros en el espacio profundo. Para hacerlo de forma más rápida y segura, se necesitan nuevos sistemas de propulsión, y la energía nuclear podría ser la solución.

Es demasiado pronto para decir qué sistema de propulsión llevará a los astronautas a Marte, pero se conoce que se necesita contar con energía nuclear para reducir el tiempo de viaje. La NASA está estudiando múltiples opciones, incluyendo la propulsión eléctrica nuclear y la propulsión térmica nuclear.

Ambas tecnologías se basan en la fisión nuclear, que es el proceso de dividir átomos para liberar energía, pero son muy diferentes entre sí. Un cohete eléctrico nuclear es más eficiente, pero no genera mucha potencia. La propulsión térmica nuclear, por otro lado, proporciona mucho más "empuje." Cualquiera que sea el sistema seleccionado, los fundamentos de la propulsión nuclear reducirán el tiempo de viaje hacia los planetas o asteroides.



Concepto de un reactor nuclear de fisión en la Luna, esbozado por la NASA. Fuente: NASA

Además, los astronautas necesitarán un suministro de energía fiable para explorar Marte. El sistema deberá ser ligero y capaz de funcionar sin importar su ubicación o el clima en Marte.

El contenido de esta publicación es de responsabilidad de sus autores y no necesariamente representa el pensamiento de la FACH

Marte tiene un ciclo de día y noche como la Tierra y tormentas de polvo periódicas que pueden durar meses, lo que convierte la energía de fisión nuclear en una opción más confiable que la energía solar. La NASA ya ha probado la tecnología en la Tierra y ha demostrado que es segura, eficiente y lo suficientemente abundante como para permitir misiones de larga duración en la superficie. La NASA planea demostrar y utilizar el sistema de energía de fisión en la Luna primero, luego en Marte.

UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN EL ESPACIO

Para propulsión de naves espaciales

El desarrollo tecnológico ha permitido que la humanidad explore regiones del espacio cada vez más lejanas, pero la dependencia de los sistemas de propulsión química ha impuesto límites significativos en cuanto a velocidad, alcance y eficiencia. En este contexto, la propulsión nuclear espacial se presenta como una de las soluciones más prometedoras para superar esas restricciones y abrir una nueva era en la exploración del sistema solar. La capacidad de generar energía independiente del Sol, mantener operaciones durante largos periodos y ofrecer mayores niveles de empuje y eficiencia, hacen de esta tecnología una piedra angular en la visión de la NASA y otras agencias espaciales para llegar a Marte y más allá.

Desde sus inicios, la exploración espacial ha dependido casi exclusivamente de la energía solar y de los combustibles químicos. Sin embargo, a medida que las misiones apuntan hacia destinos más distantes —donde la luz solar es débil o inexistente—, estas fuentes se vuelven insuficientes. En respuesta, la Oficina de Propulsión Nuclear Espacial de la NASA impulsa el desarrollo de sistemas avanzados que puedan revolucionar los viajes espaciales mediante el uso de energía nuclear. Estos sistemas no solo permitirían trayectos más rápidos hacia la Luna o Marte, sino que también posibilitarían exploraciones del espacio profundo, donde los paneles solares resultan inviables.

La propulsión nuclear ofrece ventajas significativas frente a la propulsión química convencional, y existen dos sistemas de propulsión: el nuclear térmico y el nuclear eléctrico, cada uno con capacidades únicas y complementarias.

Los sistemas de propulsión térmica nuclear (NTP) utilizan un reactor de fisión para calentar un propelente, normalmente hidrógeno, que luego se expulsa por una tobera para generar empuje. Este método proporciona aproximadamente el doble de impulso específico que los cohetes químicos, lo que se traduce en una reducción considerable del consumo de combustible y del tiempo de viaje. Por ejemplo, un viaje tripulado a Marte podría reducirse hasta en un 25 %, disminuyendo la exposición de los astronautas a la radiación cósmica y a los efectos de la ingravidez prolongada. Además, el NTP ofrece mayor flexibilidad para maniobras de emergencia o retorno, lo que incrementa la seguridad de las misiones tripuladas.

Los sistemas de propulsión nuclear eléctrica (NEP) convierten la energía térmica del reactor en electricidad, la cual se utiliza para ionizar un gas propulsor que es acelerado por campos electromagnéticos. Aunque el empuje inicial de este método es menor, la eficiencia energética es muy superior y el impulso puede mantenerse durante periodos prolongados. Esto permite alcanzar velocidades más altas y aprovechar mejor el combustible disponible. En misiones de larga duración, esta característica podría reducir en hasta un 60% los tiempos de viaje respecto a los cohetes químicos. No obstante, el NEP presenta retos tecnológicos considerables, como la necesidad de

materiales capaces de operar a temperaturas cercanas a los 925°C y sistemas de gestión térmica altamente eficientes.

Ambos sistemas, NTP y NEP, no son excluyentes, sino complementarios. La combinación de un sistema térmico para maniobras de alto empuje con uno eléctrico para cruceros prolongados podría ofrecer un equilibrio ideal entre potencia, eficiencia y seguridad. En conjunto, estos avances permitirán transportar mayores cargas útiles, sostener operaciones científicas más complejas y ampliar significativamente el alcance de la exploración humana y robótica.

También, se están llevando a cabo trabajos de investigación sobre posibles cohetes de fusión nuclear. Los llamados motores de fusión directa (DFD) prometen transformar directamente la energía de las partículas cargadas producidas por la reacción de fusión en empuje. Según Stephanie Thomas, vicepresidenta de *Princeton Satellite Systems*, un DFD podría generar niveles de energía varios órdenes de magnitud superiores a los actuales sistemas, reduciendo drásticamente los tiempos de viaje y aumentando las cargas útiles. Este tipo de tecnología podría permitir viajes al sistema solar exterior en meses en lugar de años, haciendo posible la exploración de planetas y lunas que hoy parecen inalcanzables.

Como producción de energía eléctrica

La energía nuclear desempeñará un papel fundamental en la producción de energía eléctrica para misiones prolongadas o asentamientos humanos en otros cuerpos celestes. Reactores de fisión compactos podrían alimentar hábitats, sistemas de soporte vital, laboratorios y centros de comunicación en la Luna o Marte.

Según Anthony Calomino, gerente de tecnología nuclear espacial de la NASA, el objetivo actual es desarrollar un sistema de energía superficial de fisión de uranio poco enriquecido, escalable a potencias superiores a los 100 kWe, aplicable tanto a misiones lunares como marcianas. De igual forma, el director ejecutivo de General Atomics, Vivek Lall, considera inevitable el uso de estos reactores como fuente primaria de energía tanto para la propulsión como para el suministro eléctrico extraterrestre.

PROGRAMAS Y DESARROLLOS DE ENERGÍA NUCLEAR EN EL ESPACIO

Frente a la amplia experiencia del proyecto NERVA, EE.UU. solo ha lanzado un reactor de fisión al espacio, el SNAP-10A en 1965, capaz de generar unos 500 vatios de potencia eléctrica (aunque es posible que hayan volado otros reactores en misiones clasificadas). Como comparación, la Unión Soviética lanzó 33 reactores nucleares al espacio, 31 de tipo Buk (BES-5) y 2 del tipo Topaz (TEU-5 Tópol), entre 1967 y 1988. La mayoría de estos reactores se emplearon para alimentar los radares de los satélites militares US-A, que tenían como objetivo principal localizar buques estadounidenses, con especial atención a los grupos de portaviones. El reactor SNAP-10A se empleó en el satélite Snapshot para probar la propulsión iónica, mientras que en 1987 los reactores Topaz se utilizaron en dos satélites Plazma-A con motores de plasma. Estos tres satélites son hasta la fecha los únicos vehículos espaciales que han empleado propulsión NEP. A principios del siglo XXI la NASA intentó resucitar la propulsión NEP con el proyecto Prometeo para lanzar la sonda JIMO a Júpiter y otras misiones al Sistema Solar exterior, pero sería cancelado.

A continuación, se dan conocer algunos programas que se han estudiado para utilizar la energía nuclear en el espacio.

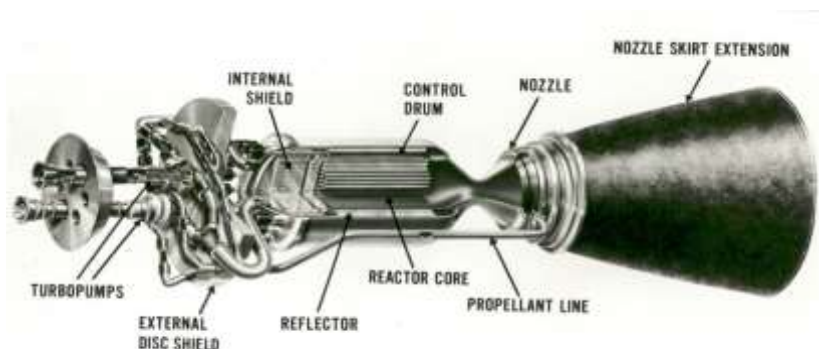
Programa Rover/NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Applications)

El Programa Rover/NERVA, desarrollado entre las décadas de 1950 y 1970, constituyó el principal esfuerzo de investigación y desarrollo en propulsión nuclear térmica realizado por los Estados Unidos. Este programa fue una colaboración entre la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) y la Comisión de Energía Atómica (AEC), con el propósito de crear motores de cohete impulsados por energía nuclear capaces de proporcionar un mayor rendimiento específico que los sistemas químicos convencionales.

El Programa Rover, dirigido por el Laboratorio Nacional de Los Álamos (LANL), se centró en el desarrollo de combustibles nucleares y reactores capaces de operar con hidrógeno a temperaturas superiores a 2.200 K. Posteriormente, la fase NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Applications) consolidó los avances tecnológicos obtenidos, orientándose a la producción de motores operativos para su uso potencial en misiones espaciales de largo alcance, incluyendo viajes tripulados a Marte y como etapa superior de los cohetes del Programa Apolo.

Durante el programa se construyeron y probaron varios prototipos de motores, como KIWI, Phoebus, Pewee y NERVA NRX/EST, que demostraron un rendimiento superior, alcanzando impulsos específicos del orden de 850 a 900 segundos, aproximadamente el doble de los motores químicos contemporáneos. Las pruebas realizadas en el Nevada Test Site confirmaron la viabilidad técnica, la estabilidad operativa y la seguridad del concepto.

A pesar de los resultados positivos, el programa fue cancelado en 1973 debido a restricciones presupuestarias y a la disminución del interés en las misiones tripuladas más allá de la órbita terrestre. No obstante, el legado tecnológico del Rover/NERVA estableció una base sólida para el desarrollo futuro de sistemas de propulsión nuclear.



Dibujo explicativo del motor cohete nuclear termodinámico NERVA. Créditos: NASA

Reactor SNAP-10A en el satélite SNAPSHOT

Durante los años 60, en plena carrera espacial, Estados Unidos desarrolló el reactor nuclear SNAP-10A como parte del programa SNAP (Systems for Nuclear Auxiliary Power). Este reactor fue la primera instalación nuclear en operar en el espacio, montado en el satélite SNAPSHOT. Su misión

marcó un hito tecnológico y científico, demostrando que la energía nuclear podía ser una alternativa viable a los sistemas convencionales de energía en el espacio.

El SNAP-10A era un reactor compacto diseñado para generar aproximadamente 500 vatios de electricidad, suficiente para alimentar instrumentos científicos de un satélite pequeño. Su funcionamiento se basaba en la conversión termoeléctrica del calor nuclear en energía eléctrica, utilizando termopares. La elección de un reactor nuclear en lugar de paneles solares se debía a la necesidad de una fuente de energía continua e independiente de la luz solar, lo que permitía operar en órbitas donde la radiación solar era insuficiente o irregular.

El satélite SNAPSHOT, lanzado el 3 de abril de 1965, transportaba el reactor a órbita terrestre. Durante 43 días, el sistema funcionó según lo planeado, demostrando la viabilidad de la energía nuclear en el espacio. Sin embargo, un fallo en el sistema de control provocó que el reactor se apagase, lo que no comprometió la seguridad, pero sí limitó la duración de la misión. A pesar de esto, el proyecto proporcionó valiosa información sobre el diseño de reactores espaciales, gestión térmica y protección contra radiación, sirviendo de base para futuros programas de energía nuclear espacial.



El SNAP 10-A. En el extremo más cercano de la imagen se aprecia el reactor y el conjunto de radiadores.

Proyecto Prometeo

El Proyecto Prometeo, iniciado por la NASA en 2003, representa uno de los intentos más ambiciosos de la agencia espacial estadounidense, que pretendía crear una pequeña flotilla de enormes sondas espaciales, y combinar energía nuclear y exploración espacial profunda.

El objetivo central del proyecto era desarrollar un reactor nuclear espacial capaz de generar decenas o cientos de kilovatios eléctricos. Esta energía serviría no solo para alimentar los instrumentos científicos y las comunicaciones de las naves, sino también para propulsión eléctrica, lo que permitiría viajes más largos y eficientes hacia planetas y lunas distantes.

Las tecnologías implicadas en Prometeo iban mucho más allá de los generadores termoeléctricos de radioisótopos tradicionales (RTG). La idea era usar propulsión eléctrica nuclear (NEP, por sus

siglas en inglés), donde la electricidad generada por un reactor de fisión alimentaría motores iónicos de alta eficiencia. Esto permitiría trayectorias prolongadas con aceleraciones bajas pero sostenidas, algo imposible de lograr con propulsión química convencional. Además, se consideraban sistemas avanzados de RTG y tecnologías de gestión térmica, esenciales para el funcionamiento seguro de un reactor nuclear en el espacio.

A pesar de su visión revolucionaria, el proyecto enfrentó obstáculos significativos. Los costos astronómicos, los desafíos técnicos de construir y operar un reactor en el espacio, y la complejidad política de usar energía nuclear fuera de la Tierra, llevaron a su cancelación en el año 2005, después de haber gastado 464 millones de dólares en el programa, a lo que hubo que sumar 90 millones adicionales en concepto de compensación por los contratos que fueron cancelados.

Proyecto JIMO

El proyecto JIMO (Jupiter Icy Moons Orbiter) es el desarrollo de una sonda para el estudio de Júpiter y sus lunas denominada. JIMO nació de la unión entre el recién nacido Proyecto Prometeo y los estudios de la misión JIMT (Jupiter Icy Moons Tour) que habían comenzado en septiembre de 2002. En principio JIMO debía haber orbitado únicamente Europa, pero en 2003 la NASA decidió que la sonda también entraría en órbita alrededor de Ganímedes y Calisto aprovechando las fabulosas prestaciones del sistema de propulsión eléctrica.



Concepto artístico de JIMO. Fuente: NASA

A diferencia de las sondas tradicionales impulsadas por cohetes químicos, JIMO estaba diseñado para utilizar un reactor nuclear compacto, que proporcionaría electricidad continua y suficiente energía para maniobras complejas en el sistema joviano. Esta tecnología permitiría que el orbitador estudiara varias lunas desde órbitas cercanas, utilizando potentes instrumentos científicos como radares de penetración, espectrómetros y cámaras de alta resolución. La misión prometía una capacidad sin precedentes para analizar la geología, composición química y campos magnéticos de estos mundos helados.

El vehículo estaba dividido en tres partes modulares: la carga útil, el sistema de propulsión eléctrico con los motores iónicos y el sistema de producción de energía formado por un reactor nuclear de

fisión para transformar el calor generado por el reactor en electricidad, un escudo contra la radiación y un conjunto de radiadores para disipar el calor sobrante.

Para evitar una catástrofe medioambiental en caso de accidente durante el despegue, el reactor sería lanzado inactivo. El reactor sólo se activaría una vez alcanzada la velocidad de escape y mientras tanto la sonda usaría baterías y/o unos pequeños paneles solares. Además, el reactor estaría rodeado de un escudo térmico de ablación con el fin de garantizar su supervivencia incluso si la sonda quedaba varada en una órbita baja y se veía obligada a hacer una reentrada.

A pesar de su ambición, JIMO fue cancelado en 2005 debido a varios factores como fue el alto costo estimado, que ascendía a varios miles de millones de dólares, los desafíos técnicos asociados con la construcción y operación de un reactor nuclear en el espacio, y cambios en las prioridades estratégicas de la NASA, que en aquel momento enfocaba recursos en programas tripulados y otros proyectos de menor riesgo.

Cohete de Demostración para Operaciones Cislunares Ágiles (DRACO)

El legado del proyecto Rover/Nerva continúa influyendo en proyectos contemporáneos de la NASA, como el DRACO (Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations), dentro de las iniciativas actuales de exploración espacial profunda.

A comienzos de 2023, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (DARPA) y la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) anunciaron el inicio de un ambicioso proyecto conjunto: el Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations (DRACO). Este programa buscaba desarrollar y demostrar en órbita una tecnología de propulsión térmica nuclear (Nuclear Thermal Propulsion, NTP), considerada durante décadas una de las alternativas más prometedoras para la exploración interplanetaria y, potencialmente, para aplicaciones estratégicas en seguridad nacional. Sin embargo, apenas unos años después de su anuncio, la DARPA decidió cancelar el proyecto, argumentando razones económicas, tecnológicas y estratégicas. Este hecho no solo refleja una reevaluación de las prioridades del sector espacial estadounidense, sino que también marca un cambio estructural en la forma en que se conciben las tecnologías de propulsión avanzada en el siglo XXI.

El motor de propulsión térmica nuclear propuesto por el programa DRACO se basaba en un principio relativamente simple: utilizar la energía de un reactor nuclear para calentar hidrógeno líquido, que se expulsaría a gran velocidad a través de una tobera, generando empuje. Este sistema ofrecía un impulso específico mucho mayor que el de los motores químicos convencionales, lo que se traducía en una mayor eficiencia energética y, por ende, en la posibilidad de reducir significativamente los tiempos de viaje en misiones interplanetarias.



Vista artística de la futura nave X-NTRV del proyecto DRACO (Lockheed Martin).

El interés del Departamento de Defensa en esta tecnología no se limitaba a su aplicación científica. También, respondía a consideraciones estratégicas, como la autonomía operativa en el espacio cislunar —la región comprendida entre la Tierra y la Luna— y la posibilidad de disponer de sistemas de transporte rápido para satélites o vehículos espaciales de interés militar. Sin embargo, los fundamentos económicos y estratégicos que justificaban este desarrollo comenzaron a desvanecerse con rapidez.

El detonante principal fue la transformación del mercado de lanzamientos espaciales, impulsada por el sector privado. Empresas como SpaceX revolucionaron la industria mediante el uso de cohetes reutilizables, como Falcon 9 y Falcon Heavy, reduciendo de manera drástica los costos de acceso a la órbita terrestre. Esta evolución debilitó uno de los pilares conceptuales del programa DRACO: la necesidad de una tecnología radicalmente más eficiente para compensar los altos costos de lanzamiento.

Según el subdirector de DARPA, Rob McHenry, a medida que los costos de lanzamiento descendían, la eficiencia marginal obtenida con la propulsión térmica nuclear dejó de justificar las enormes inversiones en investigación y desarrollo, ni los riesgos técnicos y regulatorios asociados con el uso de material nuclear en el espacio. La complejidad logística y política del manejo de reactores nucleares operacionales fuera de la Tierra representaba, además, un obstáculo significativo en un contexto donde la percepción pública y ambiental juega un papel cada vez más relevante.

Ante este panorama, la DARPA optó por reorientar sus esfuerzos hacia tecnologías de propulsión eléctrica nuclear (Nuclear Electric Propulsion, NEP). A diferencia de la NTP, la NEP convierte la energía térmica del reactor en electricidad, que luego alimenta propulsores iónicos o de efecto Hall. Aunque estos motores generan un empuje mucho menor, su eficiencia en el consumo de propelente los hace más adecuados para misiones de larga duración o con requerimientos de empuje sostenido, pero bajo. Esta transición refleja un cambio en la lógica de innovación: del desarrollo de sistemas de alta potencia y empuje inmediato hacia tecnologías más eficientes, sostenibles y modulables.

Satélites RORSAT

Durante la Guerra Fría, la carrera tecnológica entre superpotencias llevó al desarrollo de satélites estratégicos. Entre ellos, los RORSAT (Radar Ocean Reconnaissance Satellite), creados por la Unión Soviética, destacaron por su capacidad de monitorear la actividad naval en los océanos mediante radares de alta potencia. Su principal función era detectar y rastrear barcos y submarinos, proporcionando información crucial para la planificación militar.

Estos satélites operaban en órbita baja terrestre, generalmente entre 250 y 300 km de altitud, y requerían reactores nucleares compactos para generar suficiente energía para sus radares. Esta innovación técnica permitió un monitoreo constante e independiente de las condiciones climáticas o de luz, pero también generó riesgos importantes. Algunos satélites fallaron y liberaron material radiactivo al reingresar a la atmósfera, siendo el caso del Kosmos 954, que cayó sobre Canadá en 1978, uno de los más conocidos.

A pesar de los riesgos, los RORSAT marcaron un hito en la vigilancia marítima por satélite. Su tecnología de radar sentó las bases para los sistemas modernos de observación naval y terrestre, y su historia subraya la importancia de equilibrar innovación tecnológica con seguridad.



Imagen de un RORSAT. A la izquierda se pueden apreciar las antenas del sistema de radar.

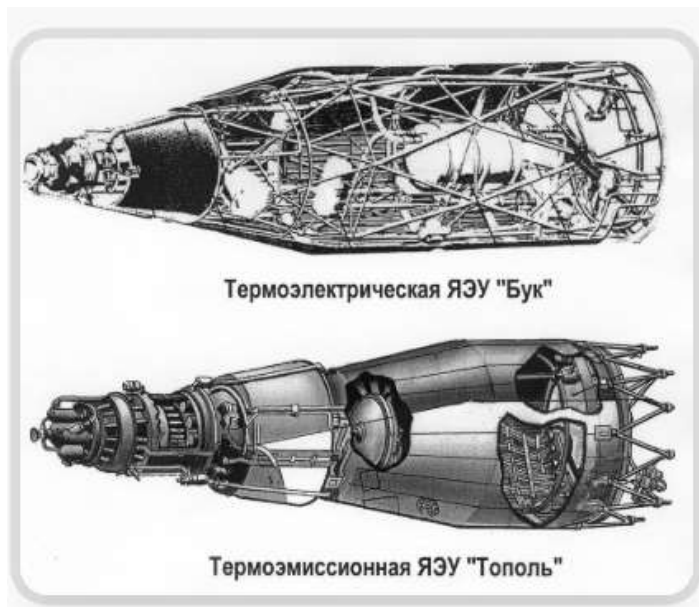
En el otro extremo se encuentra el reactor BUK. (<http://space.skyrocket.de>).

Reactores Nucleares Espaciales Soviéticos: BES-5 y TOPAZ

Desde la década de 1960, la exploración espacial ha impulsado el desarrollo de tecnologías avanzadas de propulsión y generación de energía. Donde los reactores nucleares de pequeña escala desempeñaron un papel crucial, especialmente en misiones de larga duración o en órbitas donde la energía solar no era suficiente.

La Unión Soviética lideró la investigación de este tipo de reactores nucleares mediante los reactores BES-5 y TOPAZ, destinados a satélites militares y experimentales. Ambos sistemas representan un logro tecnológico notable, aunque con diferencias importantes en diseño, seguridad y eficiencia.

Ambos reactores comparten el objetivo de proporcionar energía nuclear en el espacio, pero difieren en diseño, potencia y seguridad. El BES-5 fue principalmente un reactor militar de corta duración, mientras que el TOPAZ priorizó eficiencia y confiabilidad a largo plazo.



Reactor nuclear BES-5 y Topaz



Recreación artística de Topaz en el espacio

Reactor BES-5

El BES-5 (Bystriy Elektricheskiy Reaktor-5, Reactor Eléctrico Rápido-5), fue diseñado para alimentar satélites de reconocimiento naval en órbita terrestre baja. Era un reactor de fisión rápida, usando uranio-235 altamente enriquecido como combustible y sodio metálico como refrigerante. Su potencia eléctrica era de aproximadamente 3 kW, suficiente para operar instrumentos de vigilancia y sistemas de comunicación.

Aunque compacto y eficaz, el BES-5 presentaba riesgos significativos. La corta duración de operación (alrededor de un año) y los problemas durante la reentrada de los satélites aumentaban la posibilidad de liberación de material radiactivo en la atmósfera. No obstante, su desarrollo permitió a la Unión Soviética obtener experiencia crítica en reactores espaciales de fisión rápida.

Reactor TOPAZ

El TOPAZ representó una evolución tecnológica respecto al BES-5. Diseñado para satélites experimentales y misiones de larga duración, utilizaba uranio-235 enriquecido y un sistema de refrigeración de sodio-potasio (NaK) líquido. Una de sus innovaciones más importantes fue el uso de convertidores termoeléctricos de cesio, que transformaban eficientemente el calor en energía eléctrica, aumentando la potencia disponible a entre 5 y 10 kW.

A diferencia del BES-5, el TOPAZ fue más seguro y duradero, capaz de operar durante 3 a 5 años en órbita. Esto lo convirtió en una opción ideal para satélites científicos y experimentales, marcando un avance significativo en la tecnología nuclear espacial soviética.

PLANTA DE ENERGÍA NUCLEAR EN LA LUNA

En la última década, la carrera espacial ha vuelto a cobrar fuerza, pero con un enfoque distinto al de la Guerra Fría. Ya no se trata solo de llegar primero, sino de quién puede permanecer y operar de manera sostenible fuera de la Tierra.

La Luna experimenta noches de 14 días de duración, lo que hace a la energía solar poco confiable en regiones críticas, en especial en los cráteres permanentemente sombreados donde se cree que existe hielo. Un reactor nuclear es la llave que permitiría mantener hábitats presurizados, operar excavadoras robóticas, alimentar impresoras 3D y sostener sistemas de soporte vital.

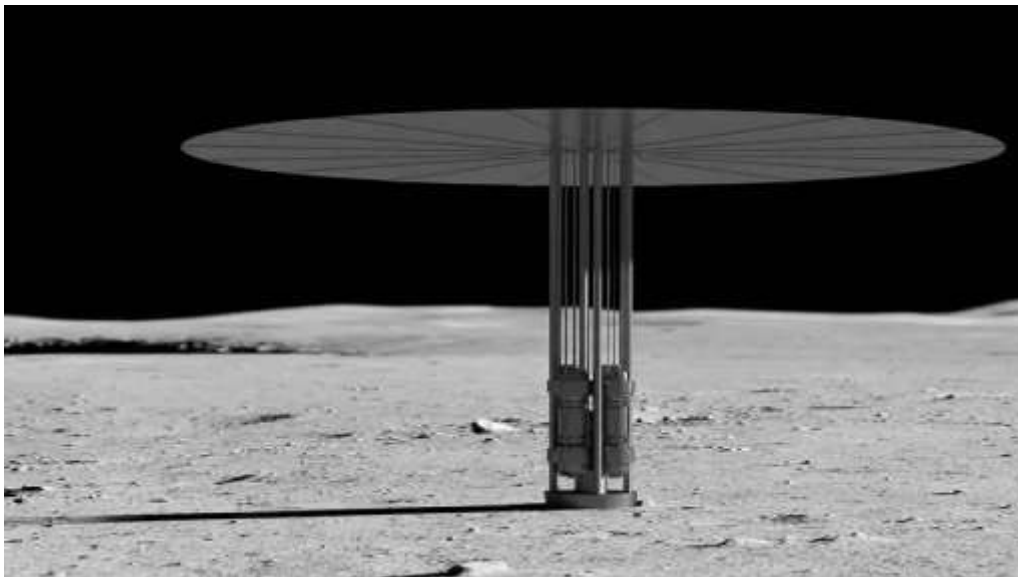
La idea es disponer de una fuente de energía constante y robusta que permita establecer una colonia lunar, utilizar recursos in situ y preparar el terreno para un futuro viaje tripulado a Marte

Estados Unidos

La NASA planea instalar un reactor nuclear en la superficie de la Luna hacia el año 2030. Este ambicioso proyecto forma parte de los esfuerzos de Estados Unidos para establecer bases permanentes en el satélite natural de la Tierra y garantizar una fuente de energía confiable para futuras misiones. Más allá del simple logro tecnológico, la iniciativa plantea interrogantes sobre la seguridad, la cooperación internacional y el papel de la energía nuclear en la exploración espacial.

El Fission Surface Power Project es el programa encargado de desarrollar este reactor nuclear lunar. Su objetivo principal es proporcionar hasta 100 kilovatios de energía continua, suficiente para mantener estaciones científicas, sistemas de soporte vital y operaciones robóticas durante largos periodos. A diferencia de las fuentes de energía solar, que dependen de la luz solar directa y de las estaciones diurnas, un reactor nuclear puede ofrecer energía estable incluso durante los largos ciclos de noche lunar, que pueden durar hasta 14 días terrestres.

Sin embargo, este proyecto también enfrenta desafíos significativos. La instalación de un reactor nuclear en la Luna implica riesgos técnicos y de seguridad, tanto durante el transporte como en su funcionamiento. Además, existen implicaciones legales y diplomáticas: el Tratado del Espacio Exterior exige que cualquier actividad nuclear en cuerpos celestes minimice riesgos para otros países y para el medio ambiente lunar. Asimismo, la financiación y el desarrollo tecnológico podrían retrasar el cronograma previsto, haciendo que el objetivo de 2030 sea ambicioso, pero aún incierto.



Diseño conceptual sobre un hipotético reactor de fisión en la Luna. NASA

Rusia- China

Rusia y China han anunciado su intención de instalar una planta de energía nuclear en la superficie lunar entre 2033 y 2035, proyecto que representa tanto una proeza tecnológica como una jugada estratégica. Según Yuri Borisov, director de la agencia espacial rusa Roscosmos, el objetivo es dotar de energía suficiente a futuros asentamientos lunares, algo que los paneles solares no pueden garantizar. Este proyecto podría redefinir el equilibrio del poder espacial y marcar el comienzo de una nueva era de cooperación energética y científica más allá de nuestro planeta.

El principal desafío para establecer una base permanente en la Luna es el suministro de energía confiable. Durante las noches lunares, que duran aproximadamente dos semanas terrestres, la superficie queda sumida en la oscuridad y las temperaturas descienden drásticamente, haciendo inviable depender únicamente de la energía solar. En este escenario, la energía nuclear se presenta como la alternativa más viable, capaz de ofrecer autonomía, estabilidad y alta densidad energética.

El proyecto ruso-chino propone la creación de una planta nuclear completamente automatizada, instalada sin intervención humana directa. Este enfoque responde a la necesidad de evitar riesgos radiológicos y a las limitaciones logísticas de operar en un entorno hostil. Para lograrlo, ambas naciones están desarrollando sistemas robóticos avanzados que permitirían transportar, ensamblar y monitorear los componentes del reactor en la superficie lunar.

Desde el punto de vista tecnológico, la iniciativa implica una evolución significativa en el campo de la energía espacial nuclear, área en la que Rusia posee una larga experiencia, heredera de los proyectos soviéticos Topaz y Buk. Además, este desarrollo está vinculado a otra ambiciosa idea rusa: el remolcador espacial nuclear, una nave de propulsión avanzada que podría transportar grandes cargas entre órbitas, recolectar desechos espaciales o impulsar misiones interplanetarias.

Sin embargo, las implicaciones van mucho más allá de la ingeniería. A nivel geopolítico, el proyecto refuerza la alianza estratégica entre Moscú y Pekín en un contexto de creciente competencia con

Estados Unidos y su programa lunar Artemis. Una planta nuclear en la Luna no solo proporcionaría energía, sino también independencia operativa y capacidad para explotar recursos locales, como el hielo de agua o el helio-3, potencialmente valiosos para la economía futura del espacio. En este sentido, la energía nuclear no sería solo una herramienta científica, sino un instrumento de poder y soberanía tecnológica.

No obstante, los riesgos son evidentes. El transporte de material nuclear fuera de la Tierra implica posibles accidentes durante el lanzamiento, contaminación en caso de fallo técnico o tensiones políticas derivadas del uso militar de esta tecnología. Por ello, la comunidad internacional deberá establecer marcos de cooperación y regulación, evitando que la Luna se convierta en un nuevo escenario de confrontación.

CONCLUSIÓN

La energía nuclear constituye un pilar fundamental para el futuro de la exploración espacial. Sus aplicaciones en la propulsión y en la generación de energía permiten superar las limitaciones actuales de los sistemas basados en combustibles químicos y energía solar. Al proporcionar potencia, eficiencia y durabilidad, los sistemas nucleares allanan el camino hacia misiones más ambiciosas, la colonización de otros planetas y la expansión del conocimiento humano más allá de las fronteras terrestres.

En el caso de las misiones que utilizan propulsión nuclear una vez en el espacio, la NASA contempla activar dichos sistemas únicamente cuando la nave se encuentre a una distancia segura de la Tierra. Además, las trayectorias orbitales de estas naves se diseñarán de modo que su tiempo de desintegración exceda el período necesario para que la radiactividad residual se reduzca a niveles seguros, garantizando así una operación responsable y sostenible.

La maduración del ecosistema espacial contemporáneo, caracterizado por la creciente colaboración entre el Estado y el sector privado, ha redefinido las prioridades tecnológicas. La reducción de los costos de lanzamiento, impulsada por la competencia comercial, ha desplazado los límites de lo que se considera viable en materia de propulsión avanzada. En este nuevo escenario, la propulsión térmica nuclear deja de ser una inversión de retorno inmediato y se convierte en un desafío de largo plazo, mientras que las tecnologías eléctricas nucleares y solar-eléctricas emergen como alternativas más coherentes con las necesidades operativas actuales.

Aun así, la propulsión nuclear representa un paso trascendental hacia la consolidación de la humanidad como civilización interplanetaria. Su desarrollo no solo aumentará la eficiencia y seguridad de las misiones espaciales, sino que también redefinirá los límites de lo posible en la exploración del cosmos. Con esta tecnología, la distancia entre la Tierra y los confines del sistema solar comienza a parecer un desafío alcanzable, y con ello se abre la puerta a un futuro en el que el viaje a Marte o incluso más allá deje de ser un sueño para convertirse en una realidad tecnológica. En definitiva, la energía nuclear no solo impulsa naves, sino también el progreso de la humanidad hacia su destino entre las estrellas.

En este contexto, el reactor nuclear lunar representa un paso crucial hacia la permanencia humana en otros cuerpos celestes. La capacidad de generar energía confiable permitirá no solo una exploración científica más avanzada, sino también la construcción de infraestructuras sostenibles, como hábitats para astronautas y laboratorios automáticos. Además, este desarrollo evidencia la

importancia de la cooperación internacional y la planificación estratégica en la expansión de la presencia humana más allá de la Tierra.

AAW

<https://tlnetwork.com/news/technology/nasa-and-darpa-kill-draco-nuclear-rocket-shift-focus-to-electric-propulsion-future>

<https://www.nasa.gov/rocket-systems-area-nuclear-rockets/>

<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19910017902/downloads/19910017902.pdf>

[https://en.cnn.com.cn/es/2022-](https://en.cnn.com.cn/es/2022-02/22/c_713604.htm#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20pasa%20con%20otros%20usos,de%20General%20Atomics%20Global%20Corporation.)

[02/22/c_713604.htm#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20pasa%20con%20otros%20usos,de%20General%20Atomics%20Global%20Corporation.](https://en.cnn.com.cn/es/2022-02/22/c_713604.htm#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20pasa%20con%20otros%20usos,de%20General%20Atomics%20Global%20Corporation.)

https://www.nasa.gov/directorates/stdm/6-technologies-nasa-is-advancing-to-send-humans-to-mars/m2m_strategy_and_objectives_development.pdf

Las primeras centrales nucleares en el espacio / Principales logros // Evolución de la industria /// Historia de Rosatom

<https://zemiorka.blogspot.com/2009/05/reactores-nucleares-en-orbita-i-los.html>

Naves nucleares rusas - Eureka

Reuters. (2025, marzo 26). Russia, China plan to build nuclear power plant on the Moon by 2035 – Roscosmos chief.

Recuperado de <https://www.reuters.com>

TASS Russian News Agency. (2025, marzo 26). Russia, China may build nuclear power unit on Moon by 2035 —

Roscosmos chief. Recuperado de <https://tass.com/science/>

South China Morning Post. (2025, marzo 27). Russia and China plan to build a nuclear-powered base on the Moon.

Recuperado de <https://www.scmp.com/>

NASA. (2024). Artemis Program Overview. Recuperado de <https://www.nasa.gov/artemis>

Zak, A. (2023). Russian nuclear space tug project “Zeus” overview. RussianSpaceWeb. Recuperado de

<http://www.russianspaceweb.com/zeus.html>