

# Guía de exploración de la superficie lunar

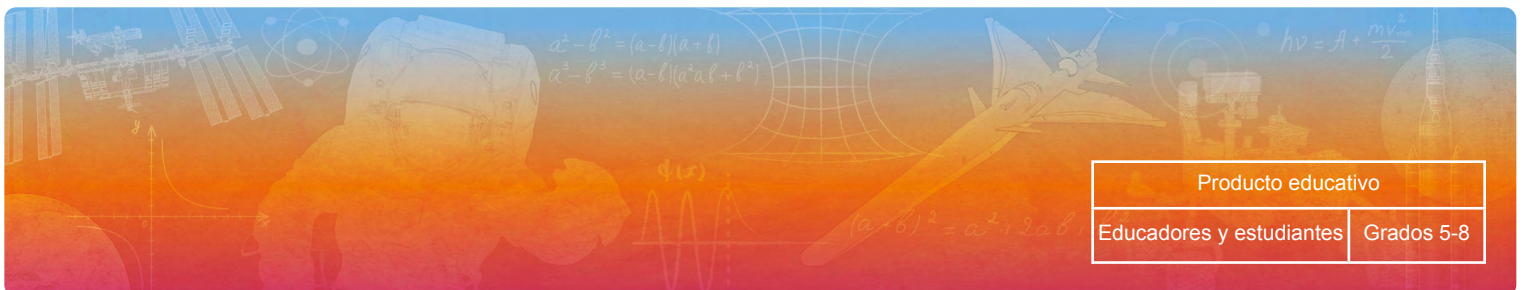
Grados 5-8



DISEÑO DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## STEM de próxima generación sobre la Luna

Para obtener más información sobre STEM de próxima generación, visite [www.nasa.gov/stem/nextgenstem/index.html](http://www.nasa.gov/stem/nextgenstem/index.html)



Producto educativo

Educadores y estudiantes

Grados 5-8

# Contenido

<b>Prefacio</b> .....	1
<b>Estándares de educación STEM</b> .....	1
<b>Estrategias de educación culturalmente receptiva (CRE)</b> .....	2
<b>Proceso de diseño de ingeniería</b> .....	3
<b>Trabajo en equipo</b> .....	3
<b>Conexión curricular</b> .....	4
<b>Introducción y Antecedentes</b> .....	5
El problema del polvo lunar .....	5
Perforación en la Luna .....	6
Imprimir un hábitat lunar .....	7
Extraer, Embalar y Transportar .....	8
<b>Actividad uno: Plumero lunar electrostático</b> .....	9
Notas para educadores .....	9
Folleto para estudiantes .....	14
<b>Actividad dos: Perforación en la Luna</b> .....	16
Notas para educadores .....	16
<b>Actividad dos: Perforación en la Luna</b> .....	22
Folleto para estudiantes .....	22
<b>Actividad tres: Imprimir un hábitat lunar</b> .....	24
Notas para educadores .....	24
Folleto para estudiantes .....	29
<b>Actividad cuatro: Extraer, Embalar y Transportar</b> .....	32
Notas para educadores .....	32
Folleto para estudiantes .....	38
<b>Apéndice A. – Rúbrica para el Proceso de Diseño de Ingeniería (PDE)</b> .....	43
<b>Apéndice B. – Glosario de términos clave</b> .....	44

# Prefacio

*Lunar Surface Exploration* fue publicado por la Oficina de compromiso STEM de la NASA como parte de una serie de guías destinadas a educadores para ayudar a los estudiantes de secundaria a alcanzar su potencial para unirse a la próxima generación de trabajadores de STEM. Las actividades son adecuadas para entornos educativos tanto formales como informales y para las familias en casa. Cada actividad está alineada con los estándares nacionales de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), y los mensajes de la NASA están actualizados a junio de 2023.

## ESTÁNDARES DE EDUCACIÓN STEM







La matriz de disciplinas STEM que se muestra a continuación alinea cada actividad de este módulo con los estándares para la enseñanza de STEM de acuerdo con cuatro áreas de enfoque principales dentro de cada disciplina. Las cuatro áreas de enfoque para las ciencias se adaptaron a partir de las ideas centrales disciplinarias de los [Estándares Científicos de Próxima Generación \(NGSS\)](#) para la escuela intermedia. Las cuatro áreas de enfoque para la tecnología se adaptaron a partir de los Estándares para Estudiantes de la [Sociedad Internacional de Tecnología en Educación \(ISTE\)](#). Las cuatro áreas de enfoque para la ingeniería se adaptaron a partir de las prácticas de ciencia e ingeniería de la [Asociación Nacional de Enseñanza de Ciencias \(NSTA\)](#) y NGSS. Las cuatro áreas de enfoque para matemáticas se adaptaron a partir de los [Estándares Estatales Básicos Comunes \(CCSS\)](#) para los estándares de contenido de matemáticas de la escuela intermedia por dominio.

Actividad	Disciplinas STEM															
	Ciencia				Tecnología				Ingeniería				Matemáticas			
	Ideas básicas disciplinarias de NGSS				Estándares ISTE para estudiantes				Prácticas NSTA y NGSS				Estándares de contenido CCSS por dominio			
	Ciencias Físicas	Ciencias de la Vida	Ciencias de la Tierra y el Espacio	Ingeniería, Tecnología y Aplicación de las Ciencias	Constructor de conocimiento	Diseñador innovador	Pensador computacional	Colaborador global	Plantea preguntas y define problemas	Desarrolla y utiliza modelos	Planifica y realiza investigaciones	Elabora explicaciones y diseña soluciones	Razones y relaciones proporcionales	El sistema numérico	Estadística y probabilidad	Geometría
Actividad 1 Plumero lunar electrostático	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓		
Actividad 2 Perforación en la Luna	✓			✓		✓		✓	✓	✓		✓				
Actividad 3 Imprimir un hábitat lunar	✓			✓			✓	✓		✓			✓	✓		✓
Actividad 4 Misión de retorno de muestras	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓



# ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN CULTURALMENTE RECEPTIVA (CRE)

Hay seis estrategias culturalmente receptivas para la participación de los estudiantes. La siguiente tabla muestra el enfoque de capital cultural y el ícono correspondiente, e indica cómo se integran las estrategias a lo largo de la guía. Cada ejemplo corresponde al menos a una de las seis estrategias principales que se indican a continuación y se recomiendan como mejores prácticas en CRE.

Título de la sección (n.º de página)	Estrategia CRE	Consejos CRE
Actividad uno, dos, tres y cuatro: Presente el desafío (pág. 9, 16, 24, 32)	 Haciendo conexiones culturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes conocen el desafío mediante un vídeo.</li> <li>Permitir la oportunidad de activar conocimientos previos y ofrecer fuentes complementarias como un vídeo.</li> </ul>
Sección de trabajo en equipo (página 3)	 Poder y participación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considere asignar roles de equipo a los equipos. Un ejemplo se encuentra en la sección Trabajo en equipo de la guía.</li> </ul>
Glosario de términos clave (página 44) Actividad uno: sección de preguntas (página 11) Compartir Sección de cada actividad (pág. 13, 21, 28, 36)	 Lenguaje y Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entregue a los estudiantes una copia del glosario o hágalo accesible a todos los estudiantes.</li> <li>Haga que los estudiantes compartan información o ejemplos en grupos.</li> <li>Haga que los estudiantes presenten sus diseños finales a otros grupos de la clase.</li> </ul>
Rúbrica del proceso de diseño de ingeniería pág. 43 Sección de preguntas para cada actividad (pág. 11, 19, 26, 35)	 Altas expectativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se proporciona una rúbrica que se puede utilizar para calificar.</li> <li>Se puede promover la indagación y el pensamiento crítico de los estudiantes pidiéndoles que hagan previsiones, que luego se pueden probar.</li> <li>Aprendizaje cooperativo que promueve la resolución de problemas.</li> </ul>
Planificar y crear secciones para cada actividad. (pág. 12, 20, 26, 36)	 Identidad estudiantil y fondos de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes diseñan su propio prototipo para resolver un desafío específico. A lo largo de las secciones de planificación y creación, los estudiantes reciben preguntas que les permiten reflexionar sobre su diseño.</li> </ul>
Compartir secciones para cada actividad (pág. 13, 21, 28, 36)	 Conocimiento crítico y justicia social	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer conexión con conocimientos personales/comunitarios/culturales y modelos a seguir de la comunidad.</li> <li>En esta actividad, Brain Booster brinda a los estudiantes más información sobre los ingenieros y lo que hacen. Los estudiantes pueden buscar ingenieros en su comunidad para hacerles preguntas.</li> </ul>

Sangam, D., Collins, KH y Huling, L. 2023 Identificación y utilización del enfoque de capital cultural para implementar estrategias culturalmente receptivas. STEM Research White Paper Series, Vol.6 No.1, LBJ Institute for STEM Education and Research, Texas State University. <https://lbj-stem.education.txst.edu/Research-and-Publications.html>

# PROCESO DE DISEÑO DE INGENIERÍA

El proceso de diseño de ingeniería (EDP) es crucial para el éxito de la misión en la NASA. El EDP es un proceso iterativo que implica una serie de pasos que los ingenieros utilizan para guiarse mientras resuelven problemas. Los estudiantes pueden utilizar los siete pasos que se describen a continuación para muchas de las actividades de esta guía. Obtenga más información sobre el EDP con los astronautas Tom Marshburn y Matthias Maurer a bordo de la Estación Espacial Internacional en [www.nasa.gov/stem-content/stemonstrations-engineering-design-process/](http://www.nasa.gov/stem-content/stemonstrations-engineering-design-process/).

**? PREGUNTAR:** Identificar el problema, los requisitos que deben cumplirse y las limitaciones que deben tenerse en cuenta.

**💡 IMAGINAR:** Pensar en soluciones e investigar lo que otros han hecho en el pasado.

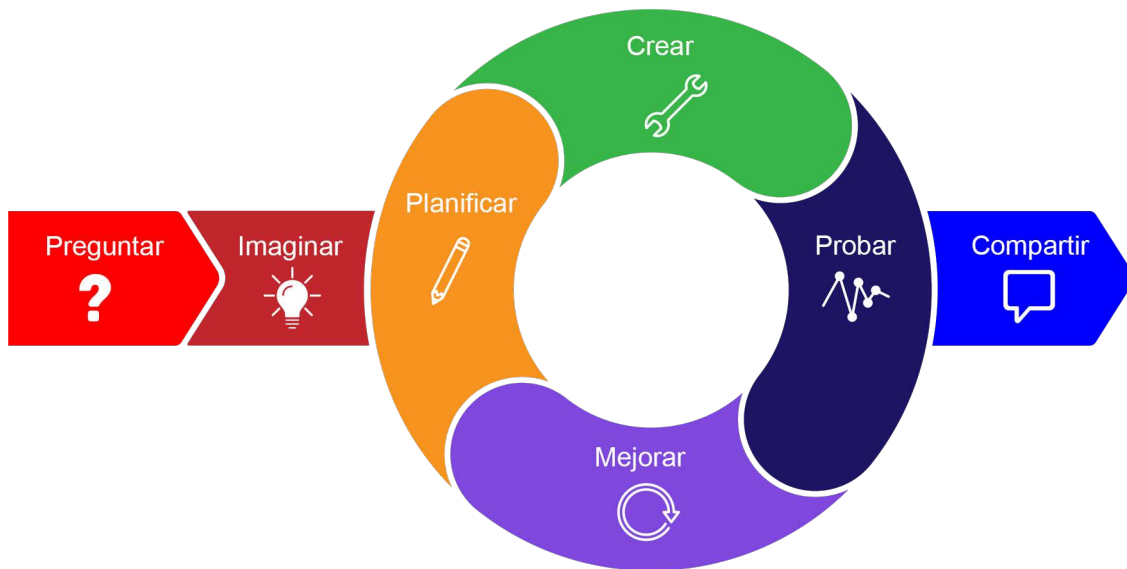
**📎 PLANIFICAR:** Seleccionar y esbozar un diseño.

**🔧 CREAR:** Construir un modelo o un prototipo.

**📈 PROBAR:** Evaluar soluciones mediante pruebas y recopilación de datos.

**🔄 MEJORAR:** Refinar el diseño.

**💬 COMPARTIR:** Comunicar y debatir el proceso y las soluciones en grupo.



## TRABAJO EN EQUIPO

¡Todo el mundo es científico e ingeniero! Es importante que todos los miembros del equipo puedan participar y contribuir a lo largo de estas actividades. Si un estudiante hace toda la construcción, los demás pueden aburrirse mucho durante el proceso. Si un estudiante es el líder, es posible que otros estudiantes no tengan la oportunidad de compartir sus ideas. A continuación se muestran algunos posibles roles que los estudiantes pueden asumir:

Rol del estudiante	Descripción
Comunicaciones y extensión	Toma notas sobre todas las decisiones y acciones del equipo para usarlas en una presentación final. Si hay una cámara disponible, toma videos y/o fotografías durante toda la investigación o desafío para usar en una presentación final.
Logística	Se asegura de que el equipo tenga todos los recursos que necesita, que los recursos se distribuyan de manera justa y que el equipo sepa cuándo se están agotando los recursos.
Garantía de misión	Se asegura de que el equipo esté siguiendo el plan. Realiza un seguimiento del tiempo y se asegura de que todos tengan la oportunidad de hacer oír su voz.
Seguridad	Garantiza que todos los miembros del equipo usen sus gafas de seguridad y sigan los protocolos de seguridad.

# CONEXIÓN CURRICULAR

En este módulo, los estudiantes asumirán el papel de científicos e ingenieros que liderarán el camino en la exploración de la superficie lunar. Artemis III llevará a la primera mujer y a la primera persona de color a la superficie lunar en una zona que los humanos aún no han atravesado: el Polo Sur lunar. Este es el lugar ideal para un futuro campamento base dado su potencial acceso a hielo y otros recursos minerales. Las regiones inexploradas del polo sur brindan oportunidades únicas para descubrir secretos sobre la historia y la evolución de la Tierra y la Luna, así como de nuestro sistema solar. La Iniciativa de Innovación en la Superficie Lunar de la NASA es una cartera de desarrollo tecnológico para garantizar la exploración humana y robótica en la Luna. Cada actividad de este módulo permitirá a los estudiantes descubrir los problemas encontrados y las soluciones a medida que exploramos la superficie lunar. Cada actividad fomenta la colaboración para aplicar el proceso de diseño de ingeniería a la exploración de la superficie lunar y proporciona una gama de recursos adicionales para ayudar al educador y al estudiante a experimentar lo que es ser un científico e ingeniero de la NASA en operaciones en la superficie lunar.

## DERIVADOS DE LA NASA

Los derivados que se destacan a continuación son tecnologías de la NASA que benefician la vida en la Tierra en forma de productos comerciales. Se han destacado más de 2000 derivados desde 1976; por lo tanto, ¡hay más espacio en su vida del que pueda imaginar!

### Medición del polvo lunar para combatir la contaminación del aire

El polvo lunar no es como el que se acumula en una estantería o en las mesas: es omnipresente, abrasivo y se adhiere a todo. Es tan malo que incluso rompió la aspiradora que la NASA diseñó para limpiar el polvo lunar de los trajes espaciales del Apolo. Con el regreso de la NASA a la Luna y su órbita, habrá que encargarse de la gestión del polvo, que también es peligroso para las personas. El primer paso es saber cuánto polvo hay en un momento dado. Los esfuerzos para evaluar esto ya están dando sus frutos en la Tierra en la lucha contra la contaminación del aire.

Trabajando como colaboradora del proyecto de hábitat lunar NextSTEP de la NASA, una empresa derivada de la NASA desarrolló un sistema de sensores de calidad del aire para detectar y medir la cantidad de polvo lunar en el aire. La misma tecnología ahora también detecta contaminantes en la Tierra.



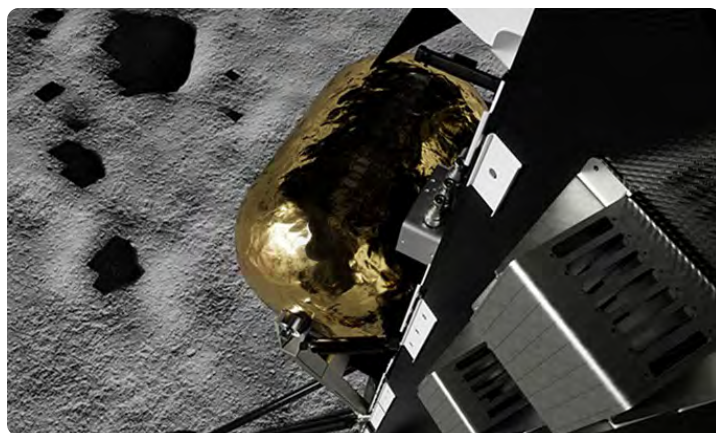
Arriba: Mientras el astronauta Gene Cernan estaba en la superficie lunar durante la misión Apolo 17, su traje espacial recogió una gran cantidad de polvo lunar. Créditos: NASA. Derecha: El sensor Space Canary, desarrollado por una empresa derivada de la NASA, puede detectar partículas de polvo lunar ultrafinas dentro de un hábitat, alertando a los astronautas en caso de que se produzca un nivel elevado de contaminación. Adaptada para su uso en la Tierra, la misma tecnología, ahora rebautizada como Canary S, puede monitorear las emisiones de incendios forestales y evaluar la calidad del aire urbano, entre otras cosas. Crédito: Puesto avanzado lunar



## Con la ayuda de la NASA, la Luna se convierte en un destino comercial

El primero de muchos módulos comerciales de alunizaje se dirige a la Luna, allanando el camino para futuras misiones. En el primer viaje a la Luna de una compañía con sede en Houston bajo la iniciativa Commercial Lunar Payload Services (CLPS) de la NASA, su módulo de alunizaje Nova-C transportará tecnologías experimentales de la NASA y varias otras cargas útiles de clientes comerciales. La International Lunar Observatory Association, por ejemplo, compró un billete para un par de cámaras que precederán al proyecto estrella de la organización: un observatorio espacial en la Luna. Otro cargamento comercial incluye un sistema de cámaras diseñado por estudiantes universitarios, una cápsula del tiempo que contiene datos de un millón de clientes y el aislamiento reflectante más nuevo de una empresa derivada de la NASA para realizar pruebas en el inclemente entorno lunar. Pero la NASA será el mayor cliente de esta misión, enviando cargas útiles de ciencia y tecnología para allanar el camino para futuras actividades lunares, como demostraciones de nueva tecnología de navegación para el aterrizaje, cámaras para ver cómo el polvo lunar interactúa con las columnas de los motores y un dispositivo para determinar cuántas interferencias registrarán

las antenas de radio en la Luna. Este es el primero de tres módulos de aterrizaje que se enviarán a la Luna bajo la iniciativa CLPS de la NASA. También se han seleccionado más de una docena de otras empresas como parte del grupo de proveedores de CLPS, y todas tienen la oportunidad de competir por los servicios de entrega lunar a través de órdenes de trabajo.



Uno de los socios comerciales probará la capacidad de su nueva tecnología termorreflectante Omni-Heat Infinity para proteger partes del primer módulo de aterrizaje Nova-C que aterrizará en la Luna. Crédito: Intuitive Machines LLC

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La NASA debe superar varios desafíos para explorar y habitar la superficie de la Luna. Estos desafíos incluyen lidiar con el polvo lunar, encontrar recursos, y construir infraestructuras, así como encontrar, manipular y transportar combustibles.

La exploración de la Luna por parte de la NASA siempre ha sido posible gracias al trabajo con empresas estadounidenses, y el regreso a la superficie lunar a través del programa Artemis dará continuidad a esta colaboración. A través de la iniciativa Commercial Lunar Payload Services (CLPS), la NASA está trabajando con empresas para llevar cargas útiles científicas, de exploración y tecnológicas a la superficie y la órbita de la Luna. El modelo CLPS tiene como objetivo permitir nuevas vías para completar investigaciones y exploraciones científicas de alto valor y alta prioridad, al mismo tiempo que se expande la economía lunar y se construye un mercado en la Luna, donde la NASA será uno de los muchos clientes, junto con universidades y socios internacionales, enviando cargas útiles a la Luna. Los objetivos de la NASA para CLPS son permitir la ciencia en la Luna y alrededor de ella utilizando módulos de aterrizaje comerciales de tamaños que van de pequeño a mediano; permitir a la NASA avanzar en tecnologías y sistemas en la superficie lunar; y desarrollar una comunidad comercial de proveedores de servicios para Artemis.

En 2018, se seleccionaron nueve empresas estadounidenses para formar parte de un grupo de proveedores elegibles para licitar contratos. Un año después, se añadieron cinco proveedores más, lo que eleva a 14 el total de participantes en el CLPS. Las primeras cargas útiles que se dirigen a la Luna a través de CLPS se están lanzando antes de las misiones tripuladas para ayudar a la NASA a comprender mejor cómo operar en el entorno lunar antes de que la próxima generación de exploradores alunice. En la actualidad existen numerosos socios comerciales que ofrecen contribuciones únicas a los servicios comerciales de carga útil lunar. Visite el sitio web de CLPS en [www.nasa.gov/commercial-lunar-payload-services](http://www.nasa.gov/commercial-lunar-payload-services) para ver todas las demás tecnologías en desarrollo que están esperando aplicaciones aquí en la Tierra.

## El problema del polvo lunar

Durante las misiones Apolo, los astronautas se enfrentaban a un alto riesgo de sufrir daños relacionados con el polvo en el hardware espacial y en la salud de los astronautas. La superficie lunar está cubierta por una capa de partículas de polvo llamada regolito. El regolito lunar, o **polvo lunar** como se le llama comúnmente, se ha creado a lo largo de miles de millones de años por efecto de meteoritos, el flujo UV solar, el viento solar y la radiación que bombardearon la corteza lunar sólida. Durante los impactos de micrometeoritos, algunas de las partículas de la superficie formaron algo llamado aglutinados, que son partículas fusionadas de fragmentos de vidrio, roca

y minerales de impacto. Estas partículas de polvo pueden agitarse durante actividades de exploración humana y robótica o liberarse mediante procesos naturales como el impacto de los meteoritos. Los astronautas del Apolo observaron que las partículas de polvo lunar se adherían fácilmente a superficies como trajes espaciales, lentes ópticas y mantas térmicas, causando numerosos problemas. Los trajes espaciales de la misión Apolo resultaron dañados por el polvo lunar abrasivo y varios astronautas constataron que el polvo lunar era resistente a los esfuerzos de limpieza; ni siquiera con un cepillado enérgico podía eliminarse. Se han estudiado los documentos de las seis misiones Apolo que aterrizaron en la superficie lunar



El astronauta y geólogo Dr. Harrison "Jack" Schmitt recoge una muestra de suelo durante un EVA del Apolo 17. Créditos: NASA

para catalogar los efectos del polvo lunar en los sistemas de actividad extravehicular (EVA), principalmente el traje espacial de superficie Apolo. Se descubrió que los efectos podían clasificarse en nueve categorías: oscurecimiento de la visión, lecturas falsas de los instrumentos, capa de polvo y contaminación, pérdida de tracción, obstrucción de los mecanismos, abrasión, problemas de control térmico, fallos en las juntas, inhalación e irritación. Aunque las medidas sencillas de mitigación del polvo fueron suficientes para paliar algunos de los problemas (es decir, la pérdida de tracción), se comprobó que estas medidas eran ineficaces para atenuar muchos de los problemas más graves (es decir, la obstrucción, la abrasión, disminución del rechazo térmico). La gravedad de los problemas generados por el polvo se subestimó constantemente en las pruebas en tierra, lo que indica la necesidad de desarrollar mejores instalaciones y procedimientos de simulación.

Afortunadamente, hoy en día la NASA está explorando el uso de tecnología electrostática de carga de polvo sin contacto para proteger los importantes activos espaciales de la Agencia sin restringir los parámetros de la misión. El programa Artemis de la NASA desarrollará amplios recursos en la Luna a partir de 2024 y requerirá tecnologías avanzadas para permitir una presencia lunar sostenida. La mitigación de la adhesión del polvo lunar será fundamental para estos esfuerzos y para el éxito de Artemis. Sin embargo, el polvo lunar presenta varias características que dificultan su eliminación. Por ejemplo, a diferencia de la Tierra, la Luna no tiene atmósfera ni campo magnético para proteger su superficie de los impactos y la radiación solar. El viento solar puede generar cargas eléctricas en las partículas de polvo de la Luna, haciendo que las partículas cargadas se adhieran entre sí y a otras superficies. Además, las partículas de polvo lunar son muy irregulares y ásperas, lo que también aumenta su "poder de adherencia". En la primera lección de esta guía, los estudiantes identificarán las propiedades del polvo lunar que lo convierten en un gran problema en la superficie lunar y utilizarán el proceso de diseño de ingeniería para crear un dispositivo de mitigación de polvo.

## Perforación en la Luna

Mientras la NASA viaja a la Luna y más allá, existe un plan para implementar una infraestructura sostenible. Esto permitirá explorar y estudiar más partes de la Luna. Los astronautas vivirán y trabajarán en el espacio durante períodos de tiempo más largos, lo que significa que su acceso a los suministros será menos inmediato. Pero ¿y si pudiéramos generar productos a partir de materiales locales que se encuentran en la superficie de la Luna? Esta práctica se denomina **utilización de recursos in situ (ISRU)**.

Antes de que los astronautas de Artemis aterricen en la Luna, los robots explorarán la superficie y recopilarán información sobre el Polo Sur. El Experimento 1 de minería de hielo de recursos polares (PRIME-1) será la primera demostración de utilización de recursos in situ en la Luna. Los datos de PRIME-1 ayudarán a los científicos a conocer los recursos in situ y ayudarán a la NASA en la búsqueda de agua en los polos de la Luna. PRIME-1 ayudará a identificar y evaluar la abundancia y calidad del agua en un área que se espera contenga hielo.



Concepto artístico del diseño completo del rover de exploración polar de investigación de volátiles de la NASA, o VIPER. Créditos: NASA/Daniel Rutter



Después de la misión PRIME-1, el rover de exploración polar de investigación de volátiles (VIPER) explorará el entorno relativamente cercano pero extremo de la Luna en busca de hielo y otros recursos potenciales. El VIPER buscará directamente agua como recurso utilizable en la superficie y el subsuelo de la Luna a diferentes profundidades y condiciones de temperatura. Los hallazgos del VIPER servirán de base para futuros aterrizajes de Artemis, ya que ayudarán a determinar los lugares en los que se puede extraer agua y otros recursos para mantener una presencia a largo plazo en la Luna.

Todos los instrumentos del VIPER utilizan espectrómetros, herramientas científicas que analizan la luz emitida o absorbida por los materiales para ayudar a identificar su composición. El sistema de espectrómetro de neutrones (NSS) detectará indirectamente la posible presencia de agua en el suelo. La taladradora de regolito y hielo para explorar nuevos terrenos (TRIDENT) excavará cortes de suelo hasta a un metro por debajo de la superficie lunar. El sistema de espectrómetro de volátiles en el infrarrojo cercano (NIRVSS) puede determinar la naturaleza del hidrógeno en el suelo lunar. El espectrómetro de masas de observación de operaciones lunares (MSolo) evaluará los gases en el medioambiente después del aterrizaje para conocer cuáles provienen de la superficie lunar y cuáles introduce el propio módulo de aterrizaje. Todos los instrumentos trabajan juntos para lograr el objetivo de la misión de buscar recursos como agua en la Luna. En la segunda actividad de esta guía, los estudiantes tendrán el desafío de comparar las propiedades del hielo con las del regolito helado simulado en el polo sur de la Luna, así como diseñar y construir un robot perforador que podrá perforar a través del **regolito de hielo** simulado.

## Imprimir un hábitat lunar

La utilización de recursos in situ (ISRU) también se puede utilizar a una escala mucho mayor. La infraestructura necesaria para una base que apoye misiones sostenidas en la superficie lunar implicará proyectos de construcción a gran escala. Será necesario construir grandes instalaciones de almacenamiento que contendrán materiales y recursos recogidos y producidos en la Luna. Será necesario construir pistas de aterrizaje y caminos para mitigar el **regolito** abrasivo que podría propagarse durante los lanzamientos y aterrizajes y recogerse mediante el transporte general. Por último, sería necesario construir hábitats que no solo proporcionen el espacio necesario para que los astronautas vivan y trabajen, sino que también proporcionen seguridad frente al constante bombardeo de radiación solar y cósmica.

Sería prácticamente imposible transportar desde la Tierra los recursos necesarios para construir esta infraestructura. En cambio, la NASA y sus socios han estado desarrollando formas de utilizar el regolito lunar como base para crear material similar al hormigón en la Luna. La transformación de este hormigón lunar en estructuras se logrará mediante nuevas técnicas de fabricación aditiva. Los socios de la NASA ya están trabajando en los diseños arquitectónicos de un campamento base lunar y desarrollando impresoras 3D automatizadas que se utilizarán en la superficie lunar para crearlos. Estas tecnologías se están probando en una gran cámara de vacío utilizando un simulante lunar (es decir, regolito lunar simulado) para reflejar fielmente las condiciones de la superficie lunar. En la tercera actividad, los estudiantes comprenderán la necesidad de ISRU y diseñarán y construirán un modelo de hábitat lunar utilizando hormigón lunar simulado en un proceso de fabricación aditiva.



La impresora del equipo de AI SpaceFactory inserta de forma autónoma una ventana en su estructura de hábitat a subescala impresa en 3D en el Desafío de Hábitats Impresos en 3D de la NASA, celebrado en el Centro de Aprendizaje y Demostración Caterpillar Edwards en Edwards, Illinois, del 1 al 4 de mayo de 2019. Créditos: NASA

## Extraer, Embalar y Transportar

Durante las misiones Apolo se hicieron muchos descubrimientos sobre la Luna y la historia de nuestro Sistema Solar. Gran parte de este conocimiento proviene de las muestras de rocas que los astronautas trajeron de la Luna. Antes de sus misiones, los astronautas recibieron entrenamiento para reconocer diferentes tipos de rocas y su significado. La visión de la NASA para la exploración espacial requiere regresar a la Luna antes de ir a Marte y más allá. Aprenderemos cómo “vivir de la tierra” fabricando oxígeno y propulsores para cohetes, también conocidos como propulsores criogénicos, y probaremos nuevas tecnologías y operaciones. Los propulsores criogénicos deben almacenarse a una temperatura constante para evitar la pérdida de combustible debido a la "ebullición". ¿Qué es la "ebullición"? Como el sol calienta el depósito, el líquido frío quiere expandirse. La ebullición es la vaporización de un líquido cuando su entorno natural lo calienta. En la Tierra, a temperatura ambiente normal, esto se llamaría evaporación. Pero en el espacio, donde la presión atmosférica es diferente

y el combustible se almacena a temperaturas tan frías, se convierte en vapor y se expulsa al espacio para evitar que el almacén explote. ¿Por qué los propulsores criogénicos son un beneficio para los vuelos espaciales? Aumentan drásticamente la densidad de energía del propulsor y la eficiencia de los motores. A medida que la NASA busca vías para la exploración espacial humana de múltiples destinos potenciales, como la Luna, los asteroides, los puntos de Lagrange, Marte y más allá, las tecnologías de alto rendimiento y gran eficiencia son cruciales. Vivir y trabajar en la Luna será una prueba para vivir y trabajar en Marte y más allá. En la última lección de esta guía, ubicará y simulará la extracción de **ilmenita**, un mineral compuesto de hierro y óxido de titanio, que es un recurso importante por su oxígeno en la superficie de la Luna. A continuación, recogerá el oxígeno que se extrae de la ilmenita y se enfrentará al reto de construir un sistema de almacenamiento y transferencia en frío para almacenar y transferir de forma segura el combustible a una nave espacial.



Representación artística de astronautas realizando actividades científicas y de exploración en la superficie lunar. Créditos: NASA

# Actividad uno: Plumero lunar electrostático

## NOTAS PARA EDUCADORES

### Objetivos de aprendizaje:

Los estudiantes:

- Identificarán las propiedades del polvo lunar que lo hacen tan problemático.
- Desarrollarán un prototipo de mitigación del polvo teniendo en cuenta los criterios y limitaciones de diseño de la NASA.
- Medirán la extensión de los campos electrostáticos con un dispositivo casero.

### Descripción general del desafío

En esta actividad, los estudiantes exploran el proceso de diseño de ingeniería como si fueran ingenieros reales que trabajaran con el equipo de ingeniería de mitigación de polvo de la NASA. En este desafío, los estudiantes investigarán, diseñarán, construirán y probarán un dispositivo de mitigación del polvo lunar.

### Ritmo sugerido

De 60 a 90 minutos

## Estándares nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><b>Ideas básicas disciplinares</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>MS-ETS1-2 Diseño de ingeniería</b> Evaluar soluciones de diseño competitivas utilizando un proceso sistemático para determinar en qué medida cumplen los criterios y limitaciones del problema.</li><li>• <b>MS-ETS1-4 Diseño de ingeniería</b> Desarrollar un modelo para generar datos para pruebas y modificaciones iterativas de un objeto, herramienta o proceso propuesto de manera que se pueda lograr un diseño óptimo.</li><li>• <b>MS-PS2-3. Movimiento y estabilidad: Fuerzas e interacciones</b> Plantear preguntas sobre los datos para determinar los factores que afectan la intensidad de las fuerzas eléctricas y magnéticas.</li><li>• <b>MS-PS2-5 Movimiento y Estabilidad: Fuerzas e interacciones</b> Realizar una investigación y evaluar el diseño experimental para proporcionar evidencias de que existen campos entre objetos que ejercen fuerzas entre sí aunque los objetos no estén en contacto.</li></ul> <p><b>Conceptos transversales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Causa y efecto</li></ul>	<p><b>Prácticas de ciencia e ingeniería</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar explicaciones y diseñar soluciones Aplicar ideas o principios científicos para diseñar un objeto, herramienta, proceso o sistema.</li><li>• Plantear preguntas y definir problemas: Una práctica de la ciencia consiste en plantear y perfeccionar preguntas que conduzcan a descripciones y explicaciones sobre cómo funciona el mundo natural y el diseñado y que puedan comprobarse empíricamente.</li><li>• Participar en argumentos a partir de pruebas: La argumentación es el proceso mediante el cual se llegan a explicaciones y soluciones.</li><li>• Obtención, evaluación y comunicación de información: Los científicos e ingenieros deben poder comunicar de forma clara y persuasiva las ideas y métodos que generan. Analizar y comunicar ideas individualmente y en grupo es una actividad profesional fundamental.</li></ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><b>Estándares para estudiantes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Constructor de conocimiento: Los estudiantes seleccionan de manera crítica una variedad de recursos utilizando herramientas digitales para construir conocimiento, producir artefactos creativos y crear experiencias de aprendizaje significativas para ellos y los demás.</li><li>• Diseñador innovador: Los estudiantes utilizan una variedad de tecnologías dentro de un proceso de diseño para identificar y resolver problemas mediante la creación de soluciones nuevas, útiles o imaginativas.</li></ul>	<p><b>Estándares para estudiantes (continuación)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Colaborador global: Los estudiantes utilizan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje colaborando con otros y trabajando eficazmente en equipos a nivel local y global.</li></ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><b>Prácticas matemáticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>MP.2 Razonar de forma abstracta y cuantitativa.</b> (MS-ETS1-4)</li></ul>	

## Preparación del desafío

- Lea la sección de Introducción y Antecedentes de esta guía y las Notas para el educador de esta actividad.
- Tenga videos preparados para la Introducción del desafío.
- Prepare las demostraciones sugeridas para toda la clase: demostración de formación de regolito y demostración electrostática.
- Agrupe a los estudiantes en equipos de dos a cuatro miembros. Considere asignar roles y tareas a estudiantes individuales dentro del equipo. Consulte la sección Trabajo en equipo al principio de la guía para obtener sugerencias.



- Reúna los materiales necesarios para completar el desafío.
- Cree un “banco de pruebas lunar” para que los estudiantes practiquen la recolección de simulantes de regolito. Podría ser una cacerola pequeña o un recipiente de plástico lleno de simulante de regolito (p. ej., sal, harina de trigo, maní, polvo para hornear, QUIKRETE®, brillantina).
  - **Ficha de datos de seguridad de la sal:**
    - ♦ [www.intrepidpotash.com/wp-content/uploads/2017/02/Carlsbad-Salt-SDS-3-13-2017-.pdf](http://www.intrepidpotash.com/wp-content/uploads/2017/02/Carlsbad-Salt-SDS-3-13-2017-.pdf)
  - **Ficha de Datos de Seguridad de la harina de trigo:**
    - ♦ <http://s3.amazonaws.com/media.agricharts.com/sites/1846/Flour/SDS%20All%20Purpose%20Wheat%20Flour%20CO-EHS-1512-03.pdf>
  - **Ficha de datos de seguridad del polvo para hornear:**
    - ♦ <http://lkstevens-wa.safeschoolssds.com/document/repo/9d575b2d-3d18-449d-8d06-d74d75f411dc>
  - **Ficha de datos de seguridad de QUIKRETE®:**
    - ♦ [www.quikrete.com/pdfs/msds-e\\_drypackagedportlandcement.pdf](http://www.quikrete.com/pdfs/msds-e_drypackagedportlandcement.pdf)
- Imprima un folleto de estudiantes para cada equipo.
- Revise el artículo científico "The Lunar Regolith" de la científica planetaria Sarah Noble: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20090026015/downloads/20090026015.pdf> *Nota: el documento anterior tiene un nivel de lectura superior; si lo utiliza, ayude a los estudiantes a desplazarse por este texto.*

**NOTA:** Se sugiere que, antes de esta lección, el educador pueda impartir una lección sobre electricidad estática y pedir a los grupos que construyan un electroscopio (es decir, un dispositivo que detecta si hay una carga eléctrica y cuál es su magnitud).

## Materiales

- Un folleto para estudiantes por equipo
- Papel de borrador y utensilios para escribir
- Cinta adhesiva para la demostración electrostática.
- Computadoras/dispositivos con acceso a Internet o folleto informativo para investigar
- Simulador del polvo lunar (p. ej., sal, harina de trigo, maní, levadura en polvo, QUIKRETE®, brillantina)
- Creador de carga electrostática: Los siguientes materiales tienden a ceder electrones cuando entran en contacto con otros materiales. Eso significa que tendrán un aumento de cargas positivas (+). (p. ej., aire, piel humana seca, cuero, pieles, placas de poliestireno, lana sobre PVC, peine, varilla de vidrio, cabello humano, nailon, globos de látex)
- Los siguientes materiales tienden a atraer electrones cuando entran en contacto con otros materiales. (p. ej., madera, ámbar, caucho duro (peine), níquel, cobre, latón, astillas, poliéster, espuma de poliestireno, envoltura de sarán, cinta adhesiva)
- Balance analítico: Por lo general, son adecuados para masas de 0,1 mg a 200 g. Son más precisas que las balanzas de precisión pero no pueden soportar tanta carga.

## Materiales para el electroscopio opcional

*Nota: artículos para diseñar un electroscopio (es decir, una pequeña botella de plástico con cuello estrecho, tijeras, alicates con cortador de alambre, alambre de cobre, papel de aluminio, esponja, bandeja de espuma, trozo de fieltro, opcionalmente una perforadora)*

## Seguridad

- Asegúrese de que los estudiantes practiquen técnicas seguras de corte y manejo de tijeras al construir sus herramientas.
- Asegúrese de que los estudiantes apoyen con cuidado la pieza que se está cortando y que tengan cuidado con la colocación de la mano de apoyo.
- Los estudiantes deben evitar moverse por el salón con tijeras.
- Asegúrese de que los estudiantes tengan precaución y usen gafas de protección al construir y probar el diseño de la herramienta.
- Asegúrese de que los estudiantes se laven las manos después de manipular el regolito simulado
- Asegúrese de que los estudiantes minimicen la agitación del polvo de la harina/levadura. Mantenga el polvo al mínimo.
- Asegúrese de que los estudiantes revisen la ficha de datos de seguridad del regolito simulado.
- Si tiene algún estudiante con alergia al látex, haga que los alérgicos usen guantes de plástico que no sean de látex e infle los globos con un inflador de globos (o forme equipos pequeños y dele la parte de la actividad sobre el manejo del globo a los estudiantes no alérgicos).

## Presente el desafío

- Proporcione contexto para esta actividad utilizando la sección de Introducción y antecedentes de esta guía.
- ¿Cómo sabemos tanto sobre la Luna? Específicamente, ¿sobre el polvo lunar (regolito)? Dé tiempo a los estudiantes para que compartan sus ideas.
- Comparta los siguientes videos:
  - “Lunar and Meteorite Sample Disk Program”: <https://youtu.be/xYMuQPWvufg> (comparta los primeros 2:45 min)
  - “The Best Gift of All – A Box of Moon Soil”: <https://Moon.nasa.gov/resources/393/the-best-gift-of-all-a-box-of-moon-soil/> (1:23)
  - “Lunar/Crater Surface – Dust Mitigation System”: NASA 360 <https://youtu.be/xXFmsZTH4C8> (1:20)
- Explique el desafío a los estudiantes:
  - Cada equipo utilizará los materiales disponibles para construir una herramienta de mitigación de polvo que funcione.
  - La herramienta debe estar diseñada para mitigar la mayor cantidad posible de simulante de polvo lunar.
  - Puede resultar útil proporcionar la Rúbrica para el proceso de diseño de ingeniería (Apéndice A) a los equipos antes de construirla.
  - Una vez que los equipos hayan probado y perfeccionado su herramienta de mitigación de polvo, desarrollarán un manual de usuario o una guía de instrucciones para la herramienta. Se pueden utilizar varias plataformas, como un folleto, un póster o una presentación digital, para su manual.
- Consulte las Referencias y recursos al final de las Notas para el educador a fin de obtener más información sobre las herramientas de mitigación del polvo lunar si los estudiantes necesitan más ideas sobre las herramientas que inventarán.

Criterios	Restricciones
El uso de la herramienta no debe requerir más de una persona.	Los estudiantes solo deben utilizar materiales proporcionados por el educador.
Los equipos deben crear una presentación o un manual de usuario sobre el uso de su nueva herramienta.	Los equipos solo tendrán 5 segundos para quitarse el simulante de su casco.
Documente la masa del simulante de regolito antes y después del uso de la herramienta.	

## Facilitar el desafío

### ? PEDIR

El programa Artemis de la NASA desarrollará amplios recursos en la Luna a partir de 2024 y requerirá tecnologías avanzadas para permitir una presencia lunar sostenida. La mitigación de la adhesión del polvo lunar será fundamental para estos esfuerzos y para el éxito de Artemis.

- Pida a los alumnos que lean “Dust: An Out-of-This World Problem” (Polvo: un problema de otro mundo) y respondan a las preguntas de comprensión:
  - [www.nasa.gov/feature/glenn/2021/dust-an-out-of-this-world-problem](http://www.nasa.gov/feature/glenn/2021/dust-an-out-of-this-world-problem)

Realice las siguientes demostraciones.

- **Demostración de formación de regolito:**
  - [www.nasa.gov/pdf/180567main\\_ETM.Regolith.Formation.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/180567main_ETM.Regolith.Formation.pdf) (Para crear un sustituto de alimentos, use tierra o arcilla roja como la que se encuentra en los campos de béisbol) **NOTA:** Cuando se utilicen alimentos en el salón, tenga en cuenta las inseguridades o alergias alimentarias. Queremos crear un entorno de aprendizaje más equitativo e inclusivo para todos los estudiantes, independientemente de su origen socioeconómico o su acceso a los alimentos.
- **Demostraciones electrostáticas** pág. 9-10 (etiquetado como pág. 5-6): Electricidad estática de la cinta adhesiva: (Opcional)
  - [www.nasa.gov/stem-content/imagineticspace-sticky-tape-static-electricity-activity/](http://www.nasa.gov/stem-content/imagineticspace-sticky-tape-static-electricity-activity/)

Haga que los estudiantes investiguen el polvo lunar y las propiedades electromagnéticas. Haga que los estudiantes hablen en equipos sobre las preguntas de comprensión:

- ¿Cómo se formó el polvo lunar (regolito)?
- ¿Por qué el polvo lunar (regolito) es un problema tan grande?
- ¿Cuáles son algunas posibles soluciones a este problema?



## IMAGINAR

Pregunte a los estudiantes:

- ¿Cuál creéis que podría ser una solución al problema del polvo?
- ¿Puede vuestro equipo desarrollar una estrategia para mitigar este problema para futuros trabajos en la Luna?
- ¿Qué elementos necesitaríais para construir esta herramienta?



## PLAN

Haga que cada miembro del equipo dibuje un diseño para una herramienta de mitigación de polvo.

- Comparta las siguientes pautas para cada boceto:
  - Etiquetar cada parte principal de la herramienta.
  - Indicar el propósito de la herramienta.
  - Enumerar los materiales con los que estará hecha la herramienta.
- Explique que el diseño final debe incorporar al menos una idea de diseño de cada miembro del equipo.



## CREAR

- Asegúrese de consultar con los estudiantes durante la actividad.
- Dé a los equipos al menos 30 minutos para construir sus nuevas herramientas utilizando los materiales proporcionados y los bocetos que han creado.
- La nueva herramienta de cada equipo debe ser un dispositivo de mitigación del polvo que lo pueda utilizar un astronauta en solitario.
- Asegúrese de que los equipos creen una herramienta que pueda probarse varias veces.



## PRUEBA

- Ahora que los equipos han creado su propia herramienta de mitigación de polvo, déles algo de tiempo para explorar el banco de pruebas lunar y experimentar con sus nuevas herramientas.
- Asegúrese de que los equipos registren la masa 1 del casco (globo de látex o placa de espuma de poliestireno solo).
- Después de agregar el simulante de regolito usando fuerza electrostática (frotando su “casco” en el simulante de regolito para generar la fuerza electrostática y hacer que el regolito se pegue), calcule la nueva masa, masa 2 (placa de espuma de poliestireno más simulante de regolito adicional).
- Haga que los equipos utilicen sus herramientas y procedimientos de mitigación de polvo para eliminar la mayor cantidad de simulante de regolito en 5 segundos o menos.



## MEJORAR

Esta fase del proceso de diseño de ingeniería es generalmente intuitiva para los estudiantes. Sin embargo, algunos estudiantes pueden necesitar un poco de ayuda para solucionar los problemas de sus diseños si se producen fallos. Asegúrese de visitar y pasar tiempo con cada equipo y hacer preguntas de sondeo:

- ¿El diseño funciona como se esperaba? ¿Qué podéis hacer para mejorar vuestro diseño?
- ¿Cuáles son los puntos débiles del diseño y qué puede hacerse para reforzar la herramienta?

## Compartir con los estudiantes



## Refuerzo cerebral

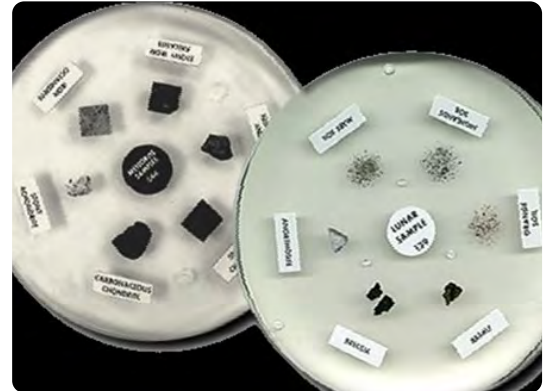


Imagen del disco lunar y de meteoritos.

El programa de discos de muestras lunares y de meteoritos está destinado a salones K-12 o a museos y bibliotecas calificados.

Obtenga más información: <https://ares.jsc.nasa.gov/interaction/lmdp/>



## SOBRE EL TERRENO



Imagen de la Luna interactiva y los lugares explorados

La Luna de la Tierra es el único lugar más allá de la Tierra donde los humanos han puesto un pie. Sin embargo, todavía tenemos muchas preguntas sin respuesta al respecto, y esta es una de las razones por las que la NASA está regresando con el Programa Artemis. Explore más usando este sitio interactivo.

Obtenga más información: <https://solarsystem.nasa.gov/moons/earth-moon/in-depth/>





## COMPARTIR

- Haga que los estudiantes debatan las siguientes preguntas con su equipo:
  - ¿Cuáles fueron algunas de las dificultades que enfrentó vuestro equipo durante el proceso inicial de diseño y construcción, y cómo las superasteis?
  - ¿Os sorprendió el rendimiento de vuestra herramienta? Explicar.
  - ¿Cómo pudisteis mejorar vuestra herramienta durante la fase de rediseño? ¿Qué cambios de diseño realizasteis y cómo mejorasteis el rendimiento de vuestra herramienta?
  - ¿Qué fue lo que os impresionó del modelo de otro equipo?
- Para compartir su herramienta de mitigación de polvo con otros, los equipos deben desarrollar un manual de instrucciones para la herramienta utilizando una variedad de plataformas, como carteles, folletos, presentaciones digitales y cuadernos.
  - Opcional: Haga que los grupos de estudiantes compartan la herramienta que han inventado con otras clases o niveles de grado.
  - Opcional: Comparta los resultados de los estudiantes en las redes sociales usando #NextGenSTEM. Asegúrese de incluir el módulo y el nombre de la actividad.

## Extensiones

- Haga que los estudiantes interactúen con el sitio web Classifying Moon Rocks: <https://ares.jsc.nasa.gov/engagement/interactives/classifying%20moon%20rocks/story.html>
- Siga la competencia Lunabotics de los Centros Espaciales Kennedy: [www.nasa.gov/offices/education/centers/kennedy/technology/nasarmc.html](http://www.nasa.gov/offices/education/centers/kennedy/technology/nasarmc.html)

## Referencias y recursos

- El nuevo “Moon Duster” ayudará a limpiar los activos de la NASA en el espacio | Dirección de Misión Científica: <https://science.nasa.gov/technology/technology-highlights/new-moon-duster-will-help-clean-nasa-assets-in-space#:~:text=A%20team%20at%20NASA%2FJet,and%20spacesuits%20on%20the%20Moo>
- Laboratorio de electrostática y física de superficies: [www.nasa.gov/content/electrostatics-and-surface-physics-laboratory](http://www.nasa.gov/content/electrostatics-and-surface-physics-laboratory)

# Actividad uno: Plumero lunar electrostático

## FOLLETO PARA ESTUDIANTES

### Vuestro desafío

En este desafío, vuestro equipo investigará, diseñará, construirá y probará un dispositivo de mitigación de polvo lunar.

Criterios	Restricciones
El uso de la herramienta no debe requerir más de una persona.	Los equipos solo deben utilizar materiales proporcionados por el educador.
Los equipos deben crear una presentación o un manual de usuario sobre el uso de su nueva herramienta.	Los equipos solo tendrán 5 segundos para quitarse el simulante de su casco.
Documente la masa del simulante de regolito antes y después del uso de la herramienta.	

### ? PEDIR

Como equipo, leed “[Polvo: Un problema fuera de este mundo](http://www.nasa.gov/feature/glenn/2021/dust-an-out-of-this-world-problem)” y responded las preguntas de comprensión. [www.nasa.gov/feature/glenn/2021/dust-an-out-of-this-world-problem](http://www.nasa.gov/feature/glenn/2021/dust-an-out-of-this-world-problem)

- ¿Cómo se formó el polvo lunar (regolito)?
- ¿Por qué el polvo lunar (regolito) es un problema tan grande?
- ¿Cuáles son algunas posibles soluciones a este problema?
- Vea la demostración de formación de regolito y la demostración electrostática del educador

### 💡 IMAGINAR

- ¿Cuál creéis que podría ser una solución al problema del polvo?
- ¿Puede vuestro equipo desarrollar una estrategia para mitigar este problema para futuros trabajos en la Luna?
- ¿Qué elementos necesitaríais para construir esta herramienta?

### 📎 PLAN

Haga que cada miembro del equipo dibuje un diseño para una herramienta de mitigación de polvo.

- Comparta las siguientes pautas para cada boceto:
  - Etiquetar cada parte principal de la herramienta.
  - Indicar el propósito de la herramienta.
  - Enumerar los materiales con los que estará hecha la herramienta.
- El diseño final debe incorporar al menos una idea de diseño de cada miembro del equipo.

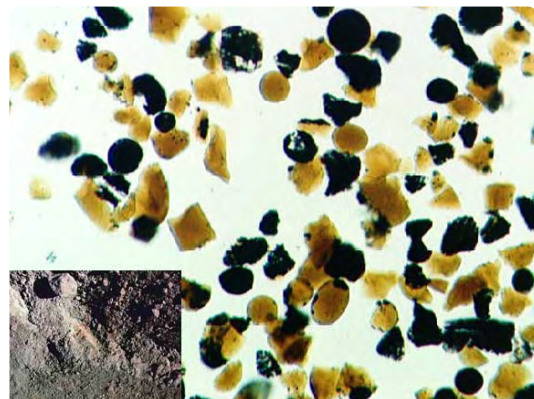
### 🔧 CREAR

- Vuestro equipo tendrá al menos 30 minutos para construir vuestras nuevas herramientas utilizando los materiales proporcionados y los bocetos que hayáis creado.
- La nueva herramienta de vuestro equipo debería ser un dispositivo de mitigación de polvo que pueda utilizar un astronauta en solitario.
- Aseguraos de crear una herramienta que pueda probarse varias veces

## Compartir con los estudiantes



### DATO CURIOSO



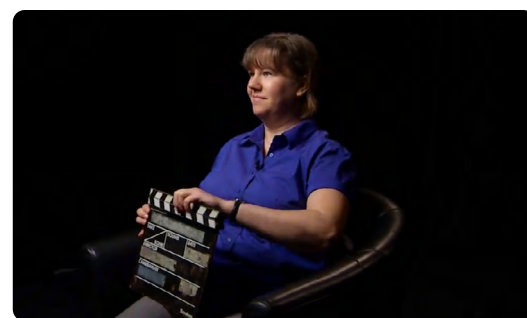
Extraño suelo anaranjado en la Luna; Créditos: Tripulación del Apolo 17, NASA

¿Cómo apareció el suelo naranja en la Luna?

Más información: <https://apod.nasa.gov/apod/ap010523.html>



### RINCÓN DE CARRERA



Sarah Noble - Geóloga planetaria  
Exploración del Sistema Solar de la NASA. Créditos: NASA

"Cuando miro a la Luna, me parece diferente, no solo algo que está suspendido en el cielo, sino un lugar real hecho de rocas y tierra reales".

Obtenga más información:  
<https://solarsystem.nasa.gov/people/1740/sarah-noble/>



## PRUEBA

- Ahora que vuestro equipo ha creado una herramienta de mitigación de polvo, explorad el banco de pruebas lunar y experimentad con vuestra nueva herramienta.
- Aseguraos de registrar la masa 1 del casco (solo globo de látex o placa de poliestireno)
- Después de agregar el simulante de regolito usando fuerza electrostática, hallad la nueva masa, masa 2 (globo más regolito adicional)
- Utilizad vuestra herramienta y los procedimientos de mitigación de polvo para eliminar la mayor cantidad posible de simulante de regolito en 5 segundos o menos.



## MEJORAR

Esta fase del proceso de diseño de ingeniería es generalmente intuitiva. Informad a vuestro maestro si necesitáis ayuda adicional para solucionar problemas de vuestro diseño si ocurren fallos. Haced estas preguntas:

- ¿El diseño funciona como se esperaba?
- ¿Qué podéis hacer para mejorar vuestro diseño?
- ¿Cuáles son los puntos débiles del diseño y qué puede hacerse para reforzar la herramienta?



## COMPARTIR

Vuestro equipo debe debatir las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles fueron algunas de las dificultades que enfrentó vuestro equipo durante el proceso inicial de diseño y construcción, y cómo las superasteis?
- ¿Os sorprendió el rendimiento de vuestra herramienta? Explicar.
- ¿Cómo pudisteis mejorar vuestra herramienta durante la fase de rediseño? ¿Qué cambios de diseño realizasteis y cómo mejorasteis el rendimiento de vuestra herramienta?
- ¿Qué fue lo que os impresionó del modelo de otro equipo?
- Opcional: Las preguntas anteriores se pueden utilizar como una autorreflexión escrita para los estudiantes.

Compartid vuestra herramienta de mitigación de polvo con otras personas. Debéis desarrollar un manual de instrucciones para la herramienta utilizando una variedad de plataformas de vuestra elección, como carteles, folletos, presentaciones digitales y cuadernos.



# Actividad dos: Perforación en la Luna

## NOTAS PARA EDUCADORES

### Objetivos de aprendizaje:

Los estudiantes:

- Compararán y contrastarán las propiedades del hielo con las del regolito helado simulado en el polo sur de la Luna.
- Diseñar y construir un robot perforador que pueda perforar regolito de hielo simulado

### Descripción general del desafío

Los estudiantes explorarán las propiedades del agua, comparando el hielo con el regolito helado que se encuentra en la Luna. Luego, los estudiantes diseñarán un robot perforador que podrá perforar regolito helado simulado para obtener in situ los recursos necesarios para la sostenibilidad en la Luna.

### Ritmo sugerido

90 minutos

## Estándares nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><b>Ideas básicas disciplinarias</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>MS-ETS1-2 Diseño de ingeniería</b></li></ul> <p>Evaluar las soluciones de diseño que compiten entre sí mediante un proceso sistemático para determinar en qué medida cumplen los criterios y las restricciones del problema.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>PS1.A: Estructura y propiedades de la materia.</b></li></ul> <p>Existen diferentes tipos de materia y muchas de ellas pueden ser sólidas o líquidas, dependiendo de la temperatura.</p> <p><b>Conceptos transversales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Causa y efecto: Las relaciones de causa y efecto se pueden utilizar para prever fenómenos en sistemas naturales o diseñados.</li><li>• Influencia de la ciencia, la ingeniería y la tecnología en la sociedad y el mundo natural: Los usos de las tecnologías y cualquier limitación a su uso están impulsados por necesidades, deseos y valores individuales o sociales; por los resultados de la investigación científica; y por las diferencias en factores tales como el clima, los recursos naturales y las condiciones económicas.</li></ul>	<p><b>Prácticas de ciencia e ingeniería</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar explicaciones y diseñar soluciones Aplicar ideas o principios científicos para diseñar un objeto, herramienta, proceso o sistema.</li><li>• Plantear preguntas y definir problemas: Una práctica de la ciencia consiste en plantear y perfeccionar preguntas que conduzcan a descripciones y explicaciones acerca de cómo funciona el mundo natural y diseñado, y que puedan comprobarse empíricamente.</li><li>• Participar en argumentos a partir de pruebas: La argumentación es el proceso mediante el cual se llega a explicaciones y soluciones.</li><li>• Obtención, evaluación y comunicación de información: Los científicos e ingenieros deben poder comunicar de forma clara y persuasiva las ideas y métodos que generan. Analizar y comunicar ideas individualmente y en grupo es una actividad profesional fundamental.</li></ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><b>Estándares para estudiantes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñador innovador: Los estudiantes utilizan una variedad de tecnologías dentro del proceso de diseño para identificar y resolver problemas mediante la creación de soluciones nuevas, útiles o imaginativas.</li></ul>	<p><b>Estándares para estudiantes (continuación)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Colaborador global: Los estudiantes utilizan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje colaborando con otros y trabajando eficazmente en equipos a nivel local y global.</li></ul>

### Preparación del desafío

- Lea la sección de Introducción y Antecedentes de esta guía y las Notas para el educador de esta actividad.
- Imprima un folleto de estudiantes para cada equipo.

### Materiales

- Cepillo de dientes a batería (1 por equipo)  
*Nota para el educador: Puede buscar este artículo en las tiendas de descuento de su zona.*
- Palo flotador de espuma o vaso de plástico
- Gomas elásticas
- Cinta eléctrica
- Arandelas de metal o monedas de un centavo
- Cuchara de plástico
- Palitos para manualidades
- Palillos para picar
- Alfiler
- Clips de papel

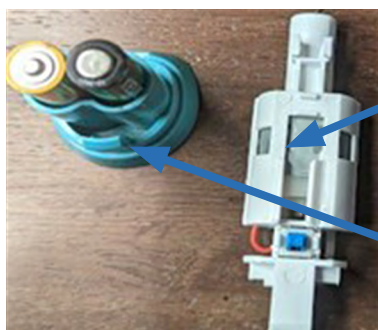
## Instrucciones para montar el robot perforador.

1. Reúna todos los suministros necesarios.
2. Retire el extremo inferior del cepillo de dientes eléctrico. Retire el compartimiento de la batería. El motor estará debajo del compartimiento de la batería. No utilice un objeto afilado para soltar el motor. Utilice protección para los ojos en este paso.



Motor que se va a retirar

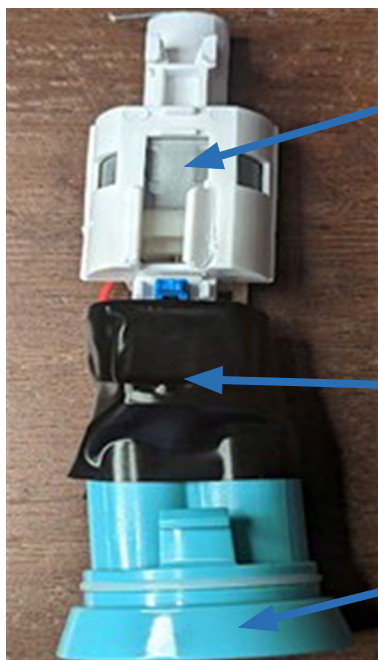
3. Habrá 2 compartimentos separados que deberán pegarse con cinta aislante para obtener un motor completo.



Motor

Compartimiento de la batería

*Nota: Cada motor de cepillo de dientes tiene un aspecto diferente, por lo que es posible que el motor extraído no se parezca al de arriba.*



Motor

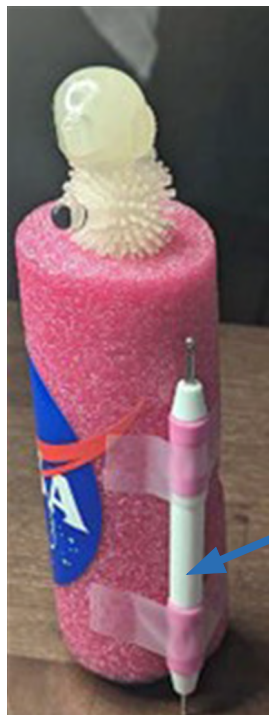
Cinta eléctrica

Compartimiento de la batería

4. Una vez que el motor y el compartimiento de la batería estén unidos con cinta aislante, inserte las dos partes en su palo flotador de espuma. *Nota: Es más fácil hacer un pequeño orificio en la parte frontal de los palos flotadores para permitir el acceso al interruptor de encendido/apagado del motor. Todas las conexiones expuestas deben estar selladas. La energía debe estar apagada y completamente cubierta con cinta aislante para cubrir todos los cables expuestos, las piezas conductoras (metálicas) y las conexiones expuestas. Todos los estudiantes deben pedirle al educador que revise su "construcción" antes de usarla para asegurarse de que todas las partes conductoras expuestas estén bien selladas.*



5. Pruebe para asegurarse de que el robot perforador pueda moverse fácilmente antes de agregar el taladro o cualquier decoración.
6. Agregue su taladro y pruebe con el hielo de agua provisto. Los estudiantes decidirán cuál será su taladro (p. ej., cuchara de plástico, palito de manualidades, etc.).



Perforar

A continuación se muestran algunos ejemplos de problemas que los estudiantes pueden tener y algunas sugerencias:

- El robot perforador se mueve demasiado rápido alrededor del regolito helado.
  - El estudiante debe considerar agregar algo de peso (se pueden usar arandelas o monedas de un centavo). Los estudiantes deben determinar dónde se debe agregar el peso para que el robot perforador sea más estable.
- El motor no gira libremente.
  - El estudiante puede agrandar el orificio del palo de espuma a fin de permitir más vibración para el movimiento.



## Materiales para simular regolito helado

- Recipiente (bandeja para cubitos de hielo, vaso de plástico, etc.)
- Arena
- Agua

### Preparación del regolito helado

Llenará la mitad del recipiente con agua y la otra mitad con arena y colocará el recipiente en el congelador durante la noche. Si usa una bandeja para cubitos de hielo, es más fácil usar una cucharita o cuchara para llenar la bandeja hasta la mitad con arena, luego llenarla hasta arriba con agua y colocarla en el congelador (preferiblemente durante la noche). El regolito helado simulado sacado del congelador debe utilizarse inmediatamente.

## Seguridad

Asegúrese de que:

- Los estudiantes usan protección para los ojos cuando construyan y perforen el regolito helado simulado.
- Los estudiantes practican técnicas de corte seguras al construir y probar su taladro. Apoyan con cuidado la pieza que se está cortando. Tienen cuidado con la colocación de la mano que no lleva tijeras.
- Los estudiantes eviten moverse por el salón con tijeras u otros objetos punzantes.
- Los estudiantes cubran con cinta aislante los extremos terminales de las baterías cuando no estén almacenadas en su embalaje original.
- Los estudiantes cubran con cinta aislante todos los cables pelados y cualquier conexión eléctrica expuesta. Los estudiantes deberán revisar su construcción con el educador antes de encenderla.

## Presente el desafío

- Proporcione contexto para esta actividad utilizando la sección de Introducción y antecedentes de esta guía. Discuta la importancia de perforar en la Luna.
- Comparta el vídeo “The Polar Resources Ice Mining Experiment-1 (PRIME-1)”. <https://youtu.be/8WWUCusBHKY>
- Agrupe a los estudiantes en equipos de tres a cinco miembros. Considere asignar roles y tareas a estudiantes individuales dentro del equipo. Consulte la sección Trabajo en equipo al principio de la guía para obtener sugerencias.
- Distribuya el folleto del estudiante y el papel de borrador a cada equipo.
- Explique el desafío a los estudiantes.
  - Cada equipo diseñará un taladro que podrá perforar el regolito helado simulado que le entregó su educador.
  - La perforadora debe poder obtener una muestra suficiente que pueda transportarse.
  - Los equipos solo pueden utilizar los materiales que tienen a su disposición.

Criterios	Restricciones
Los estudiantes no pueden usar sus manos para mover el robot perforador.	Los estudiantes sólo deben utilizar los materiales proporcionados por el educador.
Los estudiantes no pueden aplicar objetos distintos a los proporcionados para agregar peso a su robot perforador.	Los estudiantes no deben aplicar ningún peso adicional al taladro.

## Facilitar el desafío

### PEDIR

- Comparta esta pregunta con los estudiantes: ¿Cuál es la diferencia entre hielo y regolito helado?
- Haga que los estudiantes piensen durante unos minutos sobre todas las propiedades que conocen sobre el agua y todas las propiedades que conocen sobre el hielo.

Entregue a los equipos de 4 a 6 cubitos de hielo y de 4 a 6 cubitos de hielo de regolito helado (mezcla de agua y arena). Dígalos a los estudiantes que van a comparar cómo se derriten los cubitos de hielo y el regolito helado en diferentes condiciones. *Nota: Esto también se puede hacer como una demostración en el salón, haciendo que los equipos simplemente cumplan una de las condiciones siguientes. Quizás también desee que los estudiantes cronometren cuánto tiempo tardan los cubitos de hielo en derretirse.*

- Pida a los estudiantes que pronostiquen qué sucederá con el hielo y el regolito helado en las siguientes condiciones: (Los cubitos de regolito helado se derretirán más rápido que los cubitos de hielo normales en cada una de las condiciones siguientes, pero especialmente en agua caliente).
  - Ambos colocados en un plato con agua a temperatura ambiente.
  - Ambos colocados en un plato con agua caliente.
  - Ambos colocados bajo agua corriente a temperatura ambiente.
  - Ambos colocados bajo un chorro de agua caliente.
- Haga a los estudiantes las siguientes preguntas:
  - ¿Qué cubitos de hielo se derritieron más rápido? ¿Regolito helado o hielo?
  - ¿Fueron similares vuestras previsiones y resultados? ¿Diferentes?



## IMAGINAR

- Comparta el vídeo “NASA’s Break the Ice Challenge” <https://youtu.be/wXS0uCLisu8>
- Permita que los estudiantes vean todos los materiales antes de construir su robot perforador.
- Haga que los estudiantes creen sus propios bocetos individuales del ejercicio y, a continuación, de forma conjunta en grupo incorporará los puntos fuertes de cada diseño en una idea final.



## PLAN

- Ahora, cada equipo creará un boceto del diseño de su robot de perforación, completo con etiquetas y descripciones de los materiales utilizados. Haga que los estudiantes tengan en cuenta las siguientes preguntas:
  - ¿Cómo os vais a asegurar de que el dispositivo de perforación no se rompa?
  - ¿Qué mecanismo vais a utilizar para asegurarnos de que el taladro rompa el hielo de agua?
- Después de revisar el dibujo de cada grupo, permita que los estudiantes obtengan el material necesario para construir su robot perforador.



## CREAR

- Asegúrese de consultar con los estudiantes durante la actividad.
- Haga que los equipos construyan su robot perforador
- Su robot perforador debe utilizar solo un dispositivo para perforar (por ejemplo, palillos, palitos para manualidades, clips, etc.)



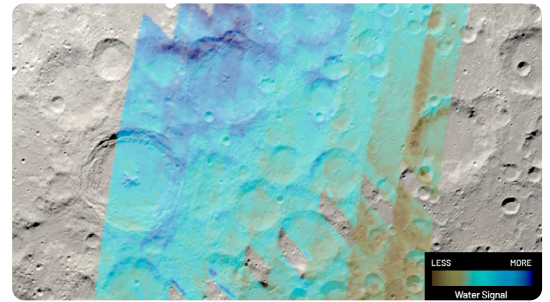
## PRUEBA

- Ahora que los estudiantes han creado su propio robot perforador, permítale probarlo en el regolito helado simulado.
- Asegúrese de que los equipos no agreguen ningún peso adicional a su robot de perforación y no usen sus manos.

## Compartir con los estudiantes



### Refuerzo cerebral



Primer mapa detallado del agua en la Luna.

¿Sabías que los científicos pensaban que había agua en la Luna en 1645? Descubra la historia de cómo los científicos descubrieron agua en la Luna en una línea de tiempo interactiva.

Obtenga más información: <https://moon.nasa.gov/inside-and-out/water-on-the-moon/>



### SOBRE EL TERRENO

El VIPER, rover de exploración polar de investigación de volátiles, viajará sobre cuatro ruedas huecas con nevaduras para traccionar sobre el polvo lunar abrasivo. Entonces, ¿cómo probaron los científicos el VIPER? El equipo utilizó una cámara de polvo en el Centro Espacial Johnson de la NASA en Houston y el Laboratorio de Observación Lunar Simulada (SLOPE) en el Centro de Investigación Glenn de la NASA.

Obtenga más información: <https://ares.jsc.nasa.gov/projects/simulants/dust-testing-facilities/johnson-space-center.html> (Pruebas de polvo en Johnson) [www.nasa.gov/specials/slope360/#](http://www.nasa.gov/specials/slope360/#) (Recorrido por el laboratorio de pendientes)



## MEJORAR

- Ahora que los equipos han construido y probado su robot de perforación, es posible que necesiten ayuda para solucionar problemas de sus diseños si se producen fallos. Asegúrese de visitar y pasar algún tiempo con cada equipo y hacer las siguientes preguntas de sondeo:
  - ¿El diseño funciona como se esperaba? ¿Qué se puede mejorar para cambiarlo?
  - ¿Cuáles son los puntos débiles del diseño y qué se puede hacer para superarlos?
  - ¿Creéis que es necesario agregar peso adicional al robot perforador? Si es así, ¿dónde lo agregaríais?



## COMPARTIR

- Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de debate:
  - ¿Cuáles son algunas de las dificultades que enfrentó vuestro equipo durante el proceso inicial de diseño y construcción, y cómo las superasteis?
  - ¿Os sorprendió lo difícil que fue perforar un regolito helado simulado?
  - ¿Qué fue lo que os impresionó del modelo de otro equipo?
  - ¿Cómo pudisteis mejorar tu diseño durante la fase de mejora? ¿Qué cambios de diseño realizasteis y cómo mejoraron el rendimiento de vuestra herramienta?
- Opcional: Las preguntas anteriores se pueden utilizar como una autorreflexión escrita para los estudiantes.
- Opcional: Haga que los grupos de estudiantes compartan el robot de perforación que han inventado con otras clases o niveles de grado.
- Opcional: Comparta los resultados de los estudiantes en las redes sociales usando #NextGenSTEM. Asegúrese de incluir el módulo y el nombre de la actividad.

## Extensiones

- Haga que los estudiantes diseñen y creen un taladro usando máquinas simples o un kit de robótica.
- Explore el Reto de romper el hielo: <https://breaktheicechallenge.com/>
- “Explore el Experimento 1 de minería de hielo de recursos polares (PRIME-1)”: [www.nasa.gov/directorates/spacetech/game\\_changing\\_development/projects/PRIME-1](http://www.nasa.gov/directorates/spacetech/game_changing_development/projects/PRIME-1)

## Referencia

- Experimento de derretimiento de hielo: [www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/melting-ice-experiment/](http://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/melting-ice-experiment/)



# Actividad dos: Perforación en la Luna

## FOLLETO PARA ESTUDIANTES

### Vuestro desafío

En este desafío, trabajaréis en equipos para construir un robot perforador que pueda perforar regolito helado.

Criterios	Restricciones
Los estudiantes no pueden usar sus manos para mover el robot perforador.	Los estudiantes sólo deben utilizar los materiales proporcionados por el educador.
Los estudiantes no pueden aplicar objetos distintos a los proporcionados para agregar peso a su robot perforador.	Los estudiantes no deben aplicar ningún peso adicional al taladro.

### ? PEDIR

- Realizaréis un experimento para ver la diferencia entre el hielo y el regolito helado que se encuentra en la Luna.
- Predecid qué pasará con el hielo y el regolito helado en las siguientes condiciones:
  - Ambos colocados en un plato con agua a temperatura ambiente.
  - Ambos colocados en un plato con agua caliente.
  - Ambos colocados bajo agua corriente a temperatura ambiente.
  - Ambos colocados bajo un chorro de agua caliente.
- Realizad el experimento y observad las diferencias entre cómo se derriten el hielo y el regolito helado.
- Responde las siguientes preguntas:
  - ¿Qué cubitos de hielo se derritieron más rápido? ¿Regolito helado o hielo?
  - ¿Fueron similares vuestras previsiones y resultados? ¿Diferentes?

### 💡 IMAGINAR

- En equipo, dedicad algún tiempo a debatir cómo queréis construir vuestro robot de perforación
- Haga que cada miembro esboce su propia idea. Luego, el grupo puede incorporar los puntos fuertes de cada diseño.
- Aseguraos de ver todos los materiales antes de dibujar vuestro robot perforador.

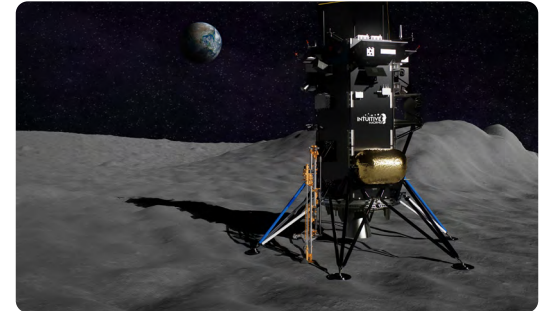
### 📎 PLAN

- Ahora crearéis un boceto del diseño de vuestro robot perforador, completo con etiquetas y descripciones de los materiales que se utilizarán. Tened en cuenta las siguientes preguntas:
  - ¿Cómo os vais a asegurar de que el dispositivo de perforación no se rompa?
  - ¿Qué mecanismo utilizaréis para aseguraros de que el taladro rompa el regolito helado?
- Después de que vuestro educador apruebe su boceto, obtened los materiales necesarios para construir vuestro robot perforador.

## Compartir con los estudiantes



¿En qué pensáis cuando oís hablar de PRIME-1? El Experimento 1 de minería de hielo de Recursos Polares (PRIME-1) será la primera demostración de recursos in situ en la Luna. La NASA tomará muestras y analizará robóticamente el hielo debajo de la superficie.



Una representación artística del Experimento 1 de minería de hielo de recursos polares (PRIME-1) de la NASA.

Obtenga más información: [www.nasa.gov/directorates/spacetech/game\\_changing\\_development/projects/PRIME-1](http://www.nasa.gov/directorates/spacetech/game_changing_development/projects/PRIME-1)

## 🎓 RINCÓN DE CARRERA



Jaqueline Quinn. Créditos: NASA

Jacqueline Quinn es la directora de proyecto del Experimento 1 de minería de hielo de recursos polares (PRIME-1), que está compuesto por el espectrómetro de masas de observación de

operaciones lunares (MSolo) y el taladro de hielo y regolito para explorar nuevos terrenos. MSolo evaluará los gases en el medioambiente después de que el rover de exploración polar de investigación de volátiles (VIPER) aterrice en la Luna. El TRIDENT excavará hasta 3 pies debajo de la superficie lunar.

Más información: [https://youtu.be/7zkziWeXk\\_M](https://youtu.be/7zkziWeXk_M)



## CREAR

- Construid vuestro robot perforador y aseguraos de que todos los miembros de vuestro equipo puedan ayudar
- Aseguraos de que el robot perforador contenga solo un dispositivo para perforar (por ejemplo, palillos, palitos para manualidades, clips, etc.)



## PRUEBA

Ahora es el momento de probar vuestro robot perforador.

- Veréis si vuestro robot perforador puede perforar el regolito helado y obtener una pequeña muestra.
- Aseguraos de no agregar ningún peso adicional a vuestro robot perforador usando vuestras manos.



## MEJORAR

Ahora que habéis creado y probado vuestro robot perforador, es posible que necesitéis mejorarlo en función de vuestros resultados. Aseguraos de pensar en las siguientes preguntas mientras trabajáis para mejorar vuestro diseño:

- ¿El diseño funciona como se esperaba? ¿Qué se puede mejorar para cambiarlo?
- ¿Cuáles son los puntos débiles del diseño y qué se puede hacer para superarlos?
- ¿Creéis que es necesario agregar peso adicional al robot perforador? Si es así, ¿dónde lo agregaríais?



## COMPARTIR

Presentad vuestro robot perforador a la clase; Analizad los desafíos que enfrentó vuestro equipo y cómo superó esos cambios. Pensad en las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son algunas de las dificultades que enfrentó vuestro equipo durante el proceso inicial de diseño y construcción, y cómo las superasteis?
- ¿Os sorprendió lo difícil que fue perforar un regolito helado simulado?
- ¿Qué fue lo que os impresionó del modelo de otro equipo?
- ¿Cómo pudisteis mejorar tu diseño durante la fase de mejora? ¿Qué cambios de diseño realizasteis y cómo mejoraron el rendimiento de vuestra herramienta?

# Actividad tres: Imprimir un hábitat lunar

## NOTAS PARA EDUCADORES

### Objetivos de aprendizaje:

Los estudiantes:

- Comprender la necesidad de la utilización de recursos in situ (ISRU) para respaldar la exploración sostenible de la superficie lunar
- Diseñar y construir un modelo de hábitat lunar mediante un proceso de fabricación aditiva con hormigón lunar simulado.

### Descripción general del desafío

En este desafío, los estudiantes aprenden la importancia de poder utilizar materiales ya disponibles en la superficie lunar en la construcción de la infraestructura de la base lunar. Luego diseñarán un hábitat lunar y crearán un modelo de su diseño mediante un proceso que imita la impresión 3D.

### Ritmo sugerido

De 120 a 180 minutos en total repartidos en 3 a 4 días.

## Estándares nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><b>Ideas básicas disciplinares</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>MS-ETS1-2 Diseño de ingeniería</b></li></ul> <p>Evaluar soluciones de diseño competitivas utilizando un proceso sistemático para determinar en qué medida cumplen los criterios y limitaciones del problema.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>MS-ETS1-4 Diseño de ingeniería</b></li></ul> <p>Desarrollar un modelo para generar datos para pruebas y modificaciones iterativas de un objeto, herramienta o proceso propuesto de manera que se pueda lograr un diseño óptimo.</p>	<p><b>Prácticas de ciencia e ingeniería</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar explicaciones y diseñar soluciones Aplicar ideas o principios científicos para diseñar un objeto, herramienta, proceso o sistema.</li><li>• Participar en argumentos a partir de pruebas: La argumentación es el proceso mediante el cual se llegan a explicaciones y soluciones.</li><li>• Desarrollar un modelo para generar datos a fin de probar ideas sobre sistemas diseñados, incluidos aquellos que representan entradas y salidas.</li></ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><b>Estándares para estudiantes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Diseñador innovador:</b> Los estudiantes utilizan una variedad de tecnologías dentro de un proceso de diseño para identificar y resolver problemas mediante la creación de soluciones nuevas, útiles o imaginativas.</li></ul>	<p><b>Estándares para estudiantes (continuación)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Colaborador global:</b> Los estudiantes utilizan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje colaborando con otros y trabajando eficazmente en equipos a nivel local y global.</li></ul>

### Preparación del desafío

- Lea la sección de Introducción y Antecedentes de esta guía y las Notas para el educador de esta actividad.
- Imprima un folleto de estudiantes para cada equipo.
- Elija una receta para su cemento lunar simulado. Es probable que cada equipo necesite de 4 a 6 tazas de cemento simulado para completar la actividad. Puede hacerlo con antelación o pedirles a los estudiantes que lo ayuden a hacerlo como parte de la actividad. Si lo prepara con antelación, manténgalo sellado en bolsas de plástico para evitar que se seque prematuramente. A continuación se ofrecen dos recetas de ejemplo, o puede investigar y crear las suyas propias.
- Cemento a base de compuesto para paneles de yeso
  - 4 tazas de compuesto liviano para paneles de yeso
  - 1 taza de pegamento blanco o pintura látex
  - Mezclar bien hasta que quede suave
- Cemento a base de harina
  - 3 tazas de harina
  - 2 cucharadas de sal
  - 2 tazas de agua tibia
  - 1 taza de pegamento blanco
  - Mezclar bien hasta que quede suave

### Materiales

- Un folleto para estudiantes por equipo
- Papel de borrador y utensilios para escribir
- Hoja grande de cartón resistente por equipo (aprox. 24 pulgadas x 24 pulgadas)



- Bolsas grandes desechables para decorar tartas.
- Cuencos grandes
- Fregadero
- Toallas de papel
- Tijeras
- Cucharas o espátulas grandes
- Cemento lunar simulado (consulte la preparación del desafío para obtener recetas)
- Arena o grava fina
- Globos pequeños de látex o sin látex
- Trozos extra de cartón

## Seguridad

- Asegúrese de que los estudiantes sean conscientes de cualquier posible alergia que tengan relativa a los suministros utilizados en esta actividad.
- Asegúrese de que los estudiantes usen protección para los ojos cuando manejen pegamento y compuesto para paneles de yeso.
- Asegúrese de que los estudiantes se laven las manos si se las manchan con algún compuesto para paneles de yeso o pegamento.
- Asegúrese de que los estudiantes adopten medidas de seguridad en el salón mientras realizan esta actividad y eviten crear riesgos de resbalones debido a derrames. Cualquier área del piso que pueda mojarse debe protegerse del tránsito peatonal.
- Asegúrese de que los estudiantes practiquen técnicas de corte seguras cuando usen tijeras y de que sostengan con cuidado la pieza que se está cortando mientras tienen cuidado con la colocación de la mano que no sostiene las tijeras.
- Asegúrese de que los estudiantes eviten moverse por el salón con tijeras u otros objetos afilados.
- Si tiene algún estudiante con alergia al látex, lave los globos antes de usarlos. Haga que los estudiantes alérgicos usen guantes de plástico sin látex e inflen los globos con un inflador de globos (o forme equipos pequeños y dele a los estudiantes no alérgicos parte de la actividad sobre el manejo del globo).

## Presente el desafío

- Proporcione contexto para esta actividad utilizando la sección Información y antecedentes de esta guía:
  - Analice lo difícil que es lanzar materiales pesados al espacio y cómo es muchísimo más difícil transportarlos a la superficie de la Luna. ¿Por qué esto hace que la utilización de recursos in situ (ISRU) sea importante?
  - Analice la fabricación aditiva y cómo ahora podemos utilizar impresoras 3D para fabricar artículos con una variedad de materiales. Pregunte a los estudiantes si creen que podría imprimirse en 3D algo tan grande como una casa en la Luna.
- Comparta el video “Teams Build 3D-Printed Habitats for Moon and Mars”: [https://youtu.be/-HT\\_MhzYkus](https://youtu.be/-HT_MhzYkus) Dígalos a los estudiantes que tendrán el desafío de diseñar e imprimir un hábitat lunar a una escala mucho más pequeña.
- Agrupe a los estudiantes en equipos de tres a cinco miembros. Considere asignar roles y tareas a estudiantes individuales dentro del equipo. Consulte la sección Trabajo en equipo al principio de la guía para obtener sugerencias.
- Distribuya el folleto del estudiante y el papel borrador a cada equipo.
- Explique el desafío a los estudiantes:
  - Cada equipo diseñará un hábitat capaz de albergar a una tripulación de cuatro astronautas en la superficie lunar.
  - Se transferirá una huella 2D de su diseño a una lámina de cartón como si fuera el plano de una casa.
  - El tamaño del plano de planta no debe exceder las 12x18 pulgadas.
  - Su huella 2D servirá como plantilla para que los equipos impriman en 3D sus hábitats utilizando cemento lunar simulado.

Criterios	Restricciones
Los diseños deben contener las zonas necesarias para una tripulación de cuatro astronautas.	El cemento lunar simulado no se puede aplicar mediante untado ni con ninguna herramienta que no sea la bolsa de glaseado.
El diseño debe caber en la lámina de cartón proporcionada.	El tamaño del plano de planta no debe exceder las 18x24 pulgadas.
El hábitat se debe construir utilizando materiales de impresión 3D proporcionados por el maestro.	
Se pueden usar globos inflados u otros elementos para sostener el techo de la estructura, siempre y cuando dichos elementos puedan retirarse después de que la estructura se seque.	

## Facilitar el desafío

### ? PEDIR

- Comparta y discuta las siguientes preguntas:
  - ¿Cuánto espacio interior necesitáis para vivir?
  - ¿Y para toda vuestra familia?
  - ¿Qué tipo de espacios separados se necesitan en una casa?
    - ♦ Posibles respuestas: cocina, baño, dormitorios, salón, etc.
  - Si tuvierais que reducir el tamaño de vuestro espacio vital, ¿cómo podríais minimizar cualquiera de esos espacios separados?
    - ♦ Posibles respuestas: compartir dormitorios, dormir en la sala de estar, cocina/baño más pequeño, etc.

### 💡 IMAGINAR

- Haga que los estudiantes imaginen que tienen que vivir y trabajar en un hábitat en la superficie lunar en un equipo de cuatro. Comente los otros tipos de espacios que necesitarían en su hábitat.
  - Respuestas posibles: Laboratorios, espacio de almacenamiento, una esclusa de aire.
- Recuerde a los estudiantes que tendrán la tarea de hacer un modelo impreso en 3D de un hábitat lunar y que debe contener todos los espacios necesarios para que una tripulación de cuatro astronautas viva y trabaje en el espacio.
- Pídeles que hablen sobre el aspecto que podría tener su diseño. Recuérdeles que consideren el proceso de construcción como parte de su diseño. Toda la estructura debe imprimirse en 3D desde cero, utilizando cemento lunar simulado. Se pueden usar materiales adicionales, como un globo inflado, para sostener los techos durante la construcción, pero dichos elementos deben retirarse después de que la estructura se seque.

### 📎 PLAN

- En hojas de papel, haga que cada equipo dibuje planos de cómo será su hábitat lunar. El dibujo debe incluir una imagen exterior para mostrar su forma arquitectónica, así como un plano interior para mostrar la distribución, con el propósito de cada habitación etiquetada.

### 🔧 CREAR

- Usando su plano interior como guía, haga que cada equipo transfiera su plano a una lámina de cartón grande. El cartón debe ser lo suficientemente grande como para que cada habitación quede claramente definida cuando el modelo esté completo, pero no tan grande como para desperdiciar materiales y ser demasiado endeble para la construcción.
- Si va a dividir esta actividad en varios días, éste sería un buen punto para detener la actividad del primer día.
- Para la parte de la actividad sobre impresión 3D, distribuya a cada equipo:
  - Sus plantillas de planos de cartón: cemento lunar simulado prefabricado (o los ingredientes para hacerlo ellos mismos)
  - Unas cuantas bolsas para decorar tartas.
  - Tijeras
  - Cuchara o espátula
  - Arena o grava fina
  - Trozos de cartón

## Compartir con los estudiantes



### Refuerzo cerebral



El astronauta de la Agencia Espacial Europea Alexander Gerst trabaja en el experimento MICS a bordo de la Estación Espacial Internacional

El proyecto Microgravity Investigation of Cement Solidification (MICS) permite probar la solidificación del cemento en entornos de microgravedad a bordo de la Estación Espacial Internacional. Incluso pueden utilizar centrifugadoras a bordo de la estación para probar las condiciones ambientales bajas en la Luna y Marte.

Obtenga más información: [www.youtube.com/watch?v=IsiyNZeUfUU&t=9s](https://www.youtube.com/watch?v=IsiyNZeUfUU&t=9s)



### SOBRE EL TERRENO



Vista de gran angular de la cámara de pruebas del Space Environments Complex (SEC)

La cámara de vacío de simulación espacial del Centro de Investigación Glenn de la NASA es la cámara de vacío más grande del mundo. Esta instalación permite a la NASA probar equipos de gran tamaño, incluidas impresoras 3D de gran escala, en un entorno similar al de la superficie lunar.

Obtenga más información: [www1.grc.nasa.gov/facilities/sec/](http://www1.grc.nasa.gov/facilities/sec/)

- Primero los estudiantes probarán su cemento lunar simulado; luego ajustarán la mezcla para encontrar la consistencia adecuada que les funcione. Se desea que la consistencia sea lo suficientemente espesa como para apilar capas una encima de otra, pero no demasiado espesa como para tener que exprimir demasiado la bolsa a la hora de sacarla.
  - Haga que los estudiantes coloquen una pequeña cantidad de cemento lunar simulado en una bolsa para decorar pasteles.
  - Deben cortar solo una pequeña cantidad de la punta de la bolsa para hacer un pequeño orificio.
  - Haga que los estudiantes utilicen trozos de cartón para practicar la extrusión del cemento lunar simulado en líneas rectas y curvas, además de intentar apilar líneas una encima de otra para construir formas tridimensionales. Invite a los estudiantes a experimentar con la consistencia de su cemento añadiendo arena o grava fina a la mezcla.

*Nota: agregar arena o grava fina al cemento lo hará más resistente y espeso, de forma similar a como la adición de áridos refuerza el hormigón. Sin embargo, agregar demasiado puede hacer que sea más difícil exprimir el cemento de las bolsas para decorar pasteles.*

- Los estudiantes también pueden experimentar con el tamaño del orificio en la punta de sus bolsas para decorar pasteles. Un orificio más grande extruirá una capa de cemento más gruesa y ancha con cada pasada. Haga que los estudiantes tengan cuidado de no cortar demasiado. El espesor ideal será entre 0,5 y 0,75 cm (o aproximadamente  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  pulgadas) de grosor.
- Una vez que los equipos hayan hecho los ajustes a sus mezclas de cemento lunar simuladas, pueden comenzar a construir las paredes de sus hábitats, siguiendo los planos que crearon. Anime a los estudiantes a intentar hacer líneas consistentes alrededor del perímetro y las paredes interiores, haciendo que cada pasada se mezcle con la que está debajo y tratando de mantenerlas lo más niveladas posible.
- Una vez que los equipos hayan alcanzado la altura máxima de sus paredes, y antes de comenzar a agregar sus techos, pídale que hagan una pausa.
- Si va a dividir esta actividad en varios días, éste sería un buen punto para detener la actividad del día. Haga que los estudiantes sellen cualquier resto de cemento lunar simulado en bolsas de plástico con cierre y limpien sus estaciones de trabajo. Deberán colocar con mucho cuidado sus modelos incompletos en un lugar seguro hasta que llegue el momento de retomar la actividad. Sus paredes actuales deberían empezar a secarse durante la noche.
- Cuando los equipos estén listos para reanudar sus modelos, pídale que los devuelvan con cuidado a sus estaciones de trabajo.
- Distribuya los materiales necesarios para extruir el cemento lunar simulado y reparta pequeños globos y trozos de cartón.
- Permita que los estudiantes decidan cómo van a sostener la estructura del techo mientras la imprimen. Los globos se pueden inflar al tamaño necesario para crear cúpulas. El cartón se puede cortar para hacer arcos u otras formas. Para evitar que el cemento lunar simulado se adhiera permanentemente a las estructuras de soporte temporales, se pueden espolvorear con levadura o harina.
- Una vez que los equipos hayan completado los techos de sus hábitats lunares, pídale que vuelvan a colocar cuidadosamente sus modelos en un lugar seguro para que se sequen. Haga que los equipos limpien sus estaciones de trabajo.
- Después de que las estructuras se hayan secado, haga que los equipos retiren con cuidado cualquiera de los soportes temporales que usaron para sostener la construcción del techo.
- Sus modelos de hábitat ya están completos.



## PRUEBA

- Haga que los equipos inspeccionen sus modelos de hábitat lunar:
  - ¿Tienen algún daño?
  - ¿Cuál fue el origen del daño? (Agrietamiento por secado, mala adherencia, caída por su propio peso, etc.)
- Realice algunas pruebas estructurales en los modelos. Haga que los estudiantes registren los resultados.
  - Sacudida ligera para simular un terremoto lunar
  - Deje caer un objeto pequeño, como una canica o una moneda, sobre el modelo desde una altura de un metro para simular el impacto de un meteorito.
  - Lance un puñado de arena o grava fina al modelo para simular los escombros levantados por el empuje de un cohete que aterriza o despega.



## MEJORAR

- Si el tiempo y los suministros lo permiten, deje que los estudiantes reparen cualquier daño a sus modelos de hábitat lunar.



## COMPARTIR

- Haga que cada equipo presente su hábitat lunar a la clase, explicando su diseño y proceso de construcción. Los equipos también deben incluir respuestas a las siguientes preguntas en su presentación.
  - ¿Qué desafíos enfrentasteis en el diseño y construcción de vuestro modelo de hábitat lunar?
  - ¿Cómo superasteis esos desafíos?
  - ¿Cuál fue la contribución de cada miembro del equipo al proyecto?
  - ¿Qué idea, diseño o técnica implementasteis que creéis que fue novedoso o creativo?
  - ¿Qué fue lo que os impresionó del modelo de otro equipo?

## Extensiones

- Haga que los estudiantes prueben diferentes recetas o proporciones de ingredientes para hacer varios lotes de diferentes cementos lunares simulados y que construyan paredes de muestra con cada uno. Cuando las estructuras estén secas, haga que los estudiantes propongan diferentes pruebas para determinar los puntos fuertes y débiles de cada receta.

## Recursos

- “NASA Report Outlines Plan for Sustained Moon Presence” (El informe de la NASA describe el plan para una presencia lunar sostenida): <https://appel.nasa.gov/2020/04/28/nasa-report-outlines-plan-for-sustained-moon-presence/#:~:text=In%20early%20April%2C%20NASA%20released%20a%20document%20prepared,required%20for%20the%20first%20human%20mission%20to%20Mars>
- “In-situ resource utilization” (Utilización de recursos in situ): [www.nasa.gov/isru](http://www.nasa.gov/isru)
- “NASA ScienceCasts: Cementing Our Place in Space” (Transmisiones científicas de la NASA: Consolidando nuestro lugar en el espacio): <https://youtu.be/lsiyNZeUfUU>



# Actividad tres: Imprimir un hábitat lunar

## FOLLETO PARA ESTUDIANTES

### Vuestro desafío

Vuestro desafío es trabajar en equipo para diseñar un hábitat lunar para una tripulación de cuatro astronautas. Luego, transferiréis un plano de planta, según vuestro diseño, a una lámina de cartón. A continuación, utilizaréis vuestro plano de planta como plantilla para comenzar a hacer un modelo de vuestro hábitat con cemento lunar simulado y técnicas de impresión 3D.

Criterios	Restricciones
Los diseños deben contener las zonas necesarias para una tripulación de cuatro astronautas.	El cemento lunar simulado no se puede aplicar mediante untado ni con ninguna herramienta que no sea la bolsa de glaseado.
El diseño debe caber en la lámina de cartón proporcionada.	El tamaño del plano de planta no debe exceder las 18x24 pulgadas.
El hábitat se debe construir utilizando materiales de impresión 3D proporcionados por el maestro.	
Se pueden usar globos inflados u otros elementos para sostener el techo de la estructura, siempre que dichos elementos puedan retirarse después de que la estructura se seque.	

### ? PEDIR

- Considerad las siguientes preguntas y debatirlas con vuestra clase según las indicaciones de vuestro maestro:
  - ¿Cuánto espacio interior necesitáis para vivir?
  - ¿Y para toda vuestra familia?
  - ¿Qué tipo de espacios separados se necesitan en una casa?
  - Si tuvieras que reducir el tamaño de tu espacio vital, ¿cómo podrías reducir cualquiera de esos espacios separados?

### 💡 IMAGINAR

- Imaginad que tuvierais que vivir y trabajar en un hábitat en la superficie lunar en un equipo de cuatro. Debatid los otros tipos de espacios que necesitaríais en vuestro hábitat.
  - Recordad que tendréis la tarea de realizar un modelo impreso en 3D de un hábitat lunar y que deberá contener todos los espacios necesarios para que una tripulación de cuatro astronautas viva y trabaje en el espacio.
  - ¿Qué aspecto tendría vuestro diseño? Recordad tener en cuenta el proceso de construcción como parte de vuestro diseño. Toda la estructura debe imprimirse en 3D desde cero, utilizando cemento lunar simulado. Se pueden usar materiales adicionales, como un globo inflado o trozos de cartón, para sostener los techos durante la construcción, pero deben retirarse después de que la estructura se seque.

## Compartir con los estudiantes



### DATO CURIOSO

¿Sabíais que la NASA ha organizado competencias entre universidades y socios industriales para desarrollar diseños y técnicas de impresión 3D para un hábitat lunar? Este tipo de competencias permiten que varias organizaciones aborden un problema desde perspectivas únicas, lo que aumenta la innovación.



Modelo impreso en 3D de un hábitat lunar creado por la Universidad Estatal de Pensilvania como parte del Desafío de Hábitat Impreso en 3D de la NASA.

Obtenga más información: [www.nasa.gov/directorates/spacotech/centennial\\_challenges/3DPHab/index.html](http://www.nasa.gov/directorates/spacotech/centennial_challenges/3DPHab/index.html)

## 🎓 RINCÓN DE CARRERA



Nathan Gelino, investigador principal de los programas de Investigación y Tecnología de Exploración de Kennedy, examina una impresora 3D Zero Launch Mass en el Laboratorio de Mecánica Granular y Operaciones de Regolito.

Nathan Gelino es investigador principal y líder de proyectos de impresión 3D en Swamp Works del Centro Espacial Kennedy. La misión del equipo de Swamp Works es desarrollar rápidamente las tecnologías necesarias para vivir y trabajar en la superficie de la Luna.

Obtenga más información: [www.nasa.gov/centers-and-facilities/kennedy/research-and-technology-at-kennedy-space-center/kennedy-to-partner-with-previous-nasa-challenge-winner-for-lunar-research/](http://www.nasa.gov/centers-and-facilities/kennedy/research-and-technology-at-kennedy-space-center/kennedy-to-partner-with-previous-nasa-challenge-winner-for-lunar-research/)



## PLAN

- En hojas de papel, dibujad planos de cómo será vuestro hábitat lunar. Los dibujos deben incluir una imagen exterior para mostrar la forma arquitectónica del hábitat, así como un plano interior para mostrar el diseño con el propósito de cada habitación etiquetada.



## CREAR

- Usando vuestro plano interior como guía, transferid vuestros planos a una lámina grande de cartón proporcionada por vuestro maestro. El cartón debe ser lo suficientemente grande como para que cada habitación quede claramente definida cuando el modelo esté completo, pero no tan grande como para desperdiciar materiales y ser demasiado endeble para la construcción.
- Para la parte de la actividad sobre impresión 3D, vuestro maestro os proporcionará
  - Vuestras plantillas de planos de planta de cartón
  - Cemento lunar simulado prefabricado (o los ingredientes para hacerlo vosotros mismos)
  - Unas cuantas bolsas para decorar tartas.
  - Tijeras
  - Cuchara o espátula
  - Arena o grava fina
  - Trozos de cartón
- Primero, probad vuestro cemento lunar simulado; luego ajustad la mezcla para encontrar la consistencia adecuada que os funcione
  - Colocad una pequeña cantidad de cemento lunar simulado en una bolsa para decorar pasteles.
  - Cortad solo una pequeña cantidad de la punta de la bolsa para hacer un pequeño orificio.
  - Utilizando trozos de cartón, practicad extruyendo el cemento lunar simulado en líneas rectas y curvas, además de intentar apilar líneas una encima de otra para construir formas tridimensionales.
  - Experimentad con la consistencia de vuestro cemento agregando arena o grava fina a la mezcla. Se desea que la consistencia sea lo suficientemente espesa como para apilar capas una encima de otra, pero no demasiado espesa como para tener que exprimir demasiado la bolsa a la hora de sacarla. Nota: agregar arena o grava fina al cemento lo hará más resistente y espeso, de forma similar a como la adición de áridos refuerza el hormigón. Sin embargo, agregar demasiado puede hacer que sea más difícil exprimir el cemento de las bolsas para decorar pasteles.
  - Experimentad también con el tamaño del agujero en la punta de vuestras bolsas para decorar pasteles. Un orificio más grande extruirá una capa de cemento más gruesa y ancha con cada pasada. El espesor ideal de cada capa es entre 0,5 y 0,75 cm (o aproximadamente ¼ a ½ pulgadas) de grosor. Tened cuidado de no cortar demasiado la punta de la bolsa.
- Una vez que vuestro equipo haya realizado los ajustes a las mezclas de cemento lunar simuladas, ya podéis comenzar a construir las paredes de vuestro hábitat, siguiendo los planos de planta que creasteis. Intentad hacer líneas consistentes alrededor del perímetro y las paredes interiores, haciendo que cada pasada se mezcle con la que está debajo y tratando de mantenerlas lo más niveladas posible.
- Una vez que vuestro equipo haya alcanzado la altura máxima de las paredes y antes de comenzar a agregar el techo, haced una pausa y esperad las instrucciones de vuestro maestro.
- Ahora vuestro maestro también repartirá pequeños globos y trozos de cartón.
- Decidid cómo va a sostener vuestro equipo la estructura del techo mientras la imprimís. Los globos se pueden inflar al tamaño que necesitéis para crear cúpulas. El cartón se puede cortar para hacer arcos u otras formas. Para evitar que el cemento lunar simulado se adhiera permanentemente a las estructuras de soporte temporales, se pueden espolvorear con levadura o harina.
- Una vez que vuestro equipo haya completado el techo de vuestro hábitat lunar. Colocad con cuidado el modelo en un lugar seguro para que se seque y limpiad vuestras estaciones de trabajo.
- Después de que las estructuras se hayan secado, retirad con cuidado cualquiera de los soportes temporales que utilizasteis para sostener la construcción del techo.
- Vuestro modelo de hábitat ya está terminado.



## PRUEBA

- Inspeccionad vuestro modelo de hábitat lunar:
  - ¿Tiene algún daño?
  - ¿Cuál fue el origen del daño?
- Vuestro equipo ahora realizará algunas pruebas estructurales en el modelo. Registrad cualquier daño que sufra vuestro hábitat modelo.
  - Agitad ligeramente el modelo para simular un terremoto lunar.
  - Dejad caer un objeto pequeño sobre el modelo, como una canica o una moneda, desde una altura de un metro para simular el impacto de un meteorito.
  - Lance un puñado de arena o grava fina al modelo para simular los escombros levantados por el empuje de un cohete que aterriza o despega.



## MEJORAR

- Si el tiempo y los suministros lo permiten, reparad cualquier daño en vuestro modelo de hábitat.



## COMPARTIR

- Preparaos para presentar vuestro hábitat lunar a la clase, explicando el proceso de diseño y construcción. Vuestro equipo también debe incluir respuestas a las siguientes preguntas en la presentación:
  - ¿Qué desafíos enfrentasteis en el diseño y construcción de vuestro modelo de hábitat lunar?
  - ¿Cómo superasteis esos desafíos?
  - ¿Cuál fue la contribución de cada miembro del equipo al proyecto?
  - ¿Qué idea, diseño o técnica implementasteis que creéis que fue novedoso o creativo?
  - ¿Qué fue lo que os impresionó del modelo de otro equipo?



# Actividad cuatro: Extraer, Embalar y Transportar

## NOTAS PARA EDUCADORES

### Objetivos de aprendizaje:

Los estudiantes:

- Reunirán datos localizando espectroscópicamente ilmenita simulada
- Recogerán ilmenita simulada extrayéndola de la superficie lunar simulada
- Recopilarán datos mientras extraen oxígeno de la ilmenita simulada a lo largo del tiempo
- Diseñarán y probarán un sistema de transferencia de combustible en frío

### Descripción general del desafío

En esta actividad, los estudiantes trabajarán en grupos pequeños para localizar ilmenita simulada (hielo con tabletas efervescentes trituradas) y extraerla. Los estudiantes trabajarán juntos para diseñar un sistema de transferencia de combustible en frío para almacenar la ilmenita descubierta para su traslado a Gateway. Las futuras misiones de exploración incluirán visitas a Gateway, un hábitat espacial en órbita alrededor de la Luna. La NASA y sus socios utilizarán Gateway para crear una presencia permanente en el espacio cislunar que impulsará la actividad con socios comerciales e internacionales, ayudará a explorar la Luna y sus recursos, y aprovechará esa experiencia para misiones humanas a Marte.

### Ritmo sugerido

De 60 a 90 minutos (con preparación del educador el día anterior y una noche para los proyectos de los estudiantes)

## Estándares nacionales STEM

### Ciencias e Ingeniería (NGSS)

#### *Ideas básicas disciplinarias*

- **MS-PS1-2 Materia y sus Interacciones:** Analizar e interpretar los datos sobre las propiedades de las sustancias antes y después de que interactúen para determinar si se ha producido una reacción química.
- **MS-PS1-4 Materia y sus interacciones:** Desarrolle un modelo que pronostique y describa cambios en el movimiento de partículas, la temperatura y el estado de una sustancia pura cuando se agrega o elimina energía térmica.
- **MS-PS3-3 Energía:** Aplicar principios científicos para diseñar, construir y probar un dispositivo que minimice o maximice la transferencia de energía térmica.
- **MS-PS3-4 Energía:** Planificar una investigación para determinar la relación entre la energía transferida, el tipo de materia, la masa y el cambio en la energía cinética promedio de las partículas medida por la temperatura de la muestra.
- **MS-ETS1-1 Diseño de ingeniería:** Definir los criterios y limitaciones de un problema de diseño con suficiente precisión para garantizar una solución satisfactoria, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los efectos potenciales sobre las personas y el medioambiente natural que pueden limitar las posibles soluciones.
- **MS-ETS1-3 Diseño de ingeniería:** Analizar datos de pruebas para determinar similitudes y diferencias entre varias soluciones de diseño a fin de identificar las mejores características de cada una que se pueden combinar en una nueva solución para cumplir mejor los criterios de éxito.
- **MS-ETS1-4 Diseño de ingeniería:** Desarrollar un modelo para generar datos para pruebas y modificaciones iterativas de un objeto, herramienta o proceso propuesto de manera que se pueda lograr un diseño óptimo.

#### *Conceptos transversales*

- Causa y efecto: puede usarse para pronosticar fenómenos en sistemas naturales o diseñados.
- Energía y Materia: La transferencia de energía se puede rastrear a medida que la energía fluye a través de un sistema natural o diseñado.
- Influencia de la ciencia, la ingeniería y la tecnología en la sociedad y el mundo natural: Los usos de las tecnologías y las limitaciones de su uso están impulsados por necesidades, deseos y valores individuales o sociales; por los resultados de la investigación científica; y por diferencias en factores tales como el clima, los recursos naturales y las condiciones económicas.

#### *Prácticas de ciencia e ingeniería*

- **Análisis e interpretación de datos:** Analizar e interpretar datos para determinar similitudes y diferencias en los hallazgos.
- **Elaborar explicaciones y diseñar soluciones:** Aplicar ideas o principios científicos para diseñar, construir y probar un diseño de un objeto, herramienta, proceso o sistema.
- **Planificación y realización de investigaciones:** Planificar una investigación de forma individual y colaborativa, y en el diseño: identificar variables y controles independientes y dependientes, qué herramientas se necesitan para realizar la recopilación, cómo se registrarán las mediciones y cuántos datos se necesitan para respaldar una afirmación.
- **Plantear preguntas y definir problemas:** Definir un problema de diseño que puede resolverse mediante el desarrollo de un objeto, herramienta, proceso o sistema e incluye múltiples criterios y restricciones, incluido el conocimiento científico que puede limitar las posibles soluciones.
- **Desarrollo y uso de modelos:** Desarrollar un modelo para generar datos a fin de probar ideas sobre sistemas diseñados, incluidos aquellos que representan entradas y salidas.

## Tecnología (ISTE)

### Estándares para estudiantes

- 1.1.d Estudiante empoderado: Los estudiantes comprenden los conceptos fundamentales de las operaciones tecnológicas, demuestran la capacidad de elegir, utilizar y solucionar problemas de las tecnologías actuales y pueden transferir sus conocimientos para explorar tecnologías emergentes.
- 1.4.a Diseñador innovador: Los estudiantes conocen y utilizan un proceso de diseño deliberado para generar ideas, probar teorías, crear artefactos innovadores o resolver problemas auténticos.
- 1.4.c Diseñador innovador: Los estudiantes desarrollan, prueban y perfeccionan prototipos como parte de un proceso de diseño cíclico.

- 1.5.b Pensador computacional: Los estudiantes recopilan datos o identifican conjuntos de datos relevantes, utilizan herramientas digitales para analizarlos y representan datos de diferentes maneras para facilitar la resolución de problemas y la toma de decisiones.
- 1.7.c Colaborador global: Los estudiantes contribuyen de manera constructiva a los equipos de proyectos, asumiendo diversos roles y responsabilidades para trabajar de manera efectiva hacia un objetivo común.

## Matemáticas (CCSS)

### Prácticas matemáticas

- **MP.2: Razonar de forma abstracta y cuantitativa.**
- 7.EE.3: Resolver problemas matemáticos y de la vida real de varios pasos planteados con números racionales positivos y negativos en cualquier forma (números enteros, fracciones y decimales), utilizando herramientas estratégicamente. Aplicar propiedades de operaciones para calcular con números en cualquier forma; convertir entre formas según corresponda; y evaluar la razonabilidad de las respuestas utilizando cálculo mental y estrategias de estimación.

### Prácticas matemáticas (continuación)

- 6.NS.C.5: Comprender que los números positivos y negativos se usan juntos para describir cantidades que tienen direcciones o valores opuestos (por ejemplo, temperatura por encima o por debajo de cero).
- 6.GA2: Aplicar las fórmulas  $V = lwh$  y  $V = bh$  para encontrar volúmenes de prismas rectangulares rectos con longitudes de borde fraccionarias en el contexto de la resolución de problemas matemáticos y del mundo real.

## Preparación del desafío

- Lea la sección de Introducción y Antecedentes de esta guía y las Notas para el educador de esta actividad.
- Prepare un plato dividido para cada grupo el día anterior. Para cada plato
  - Triture tres tabletas efervescentes y mézclelas con suficiente hielo picado para llenar una sección del plato. Trabaje rápidamente para que el hielo no se derrita y active las pastillas efervescentes.
  - Coloque solo hielo picado en las otras secciones del plato.
  - Guarde los platos en el congelador hasta que los estudiantes estén listos para realizar el procedimiento de prueba.
- Prepare los materiales y establezca un área en el salón donde los estudiantes puedan obtener los artículos que planean usar.
- Esta actividad también requiere dejar los líquidos durante la noche (y una segunda noche si requiere un rediseño) para registrar la cantidad de evaporación en los dispositivos de almacenamiento que creen los estudiantes. Este programa se puede adaptar a su situación, pero tenga en cuenta que la evaporación tarda varias horas. Si los estudiantes no tienen tiempo para probar su sistema de transferencia al día siguiente, al menos pídale que vengan a registrar la evaporación y prueben el sistema de transferencia otro día.
- ¡No deje la muestra en un área extremadamente cálida del salón de clases o no habrá nada que medir y transferir al día siguiente!
- Haga una copia de las tablas de datos para que los equipos registren sus datos.

## Materiales

- Tabletillas efervescentes
- Cubitos de hielo, bolsas hieleras pequeñas y flexibles, agua fría, etc.
- Platos divididos de poliestireno blanco.
- Cartulina
- Cucharas
- Pajitas y agitadores de café de varios tamaños
- Limpiapiipas
- Congelador, bolsas desechables con cierre, tamaño de un cuarto
- Transparencias rojas de 8,5 x 11 pulgadas
- Transparencias azules de 8,5 x 11 pulgadas
- Variedad de materiales reciclables para el dispositivo de almacenamiento en frío y el sistema de transferencia, como
  - Recipientes para alimentos
  - Cartones de huevos
  - Vasos medicinales pequeños
  - Botes de película
  - Tubos de ensayo de plástico
  - Plástico de burbujas
  - Papel de aluminio
  - Film transparente
  - Tazas aisladas
  - Cajas de cartón o de zapatos

- Cinta adhesiva transparente
- Tijeras
- Reglas en centímetros
- Balanza o balanza digital
- Gafas protectoras
- Termómetro
- Papel cuadriculado
- Cronómetros

## Seguridad

- Recuerde a los estudiantes la importancia de la seguridad en el salón y el laboratorio.
- Utilice guantes desechables sin látex según sea necesario.
- Asegúrese de que los estudiantes usen gafas protectoras cuando reaccionen las tabletas efervescentes.
- Asegúrese de que los estudiantes adopten medidas de seguridad en el salón mientras realizan esta actividad y eviten crear riesgos de resbalones debido a derrames. Cualquier área del piso que pueda mojarse debe protegerse del tránsito peatonal.
- Asegúrese de que los estudiantes practiquen técnicas de corte seguras cuando usen tijeras y de que apoyen con cuidado la pieza que se está cortando mientras
- tienen cuidado con la colocación de la mano que no sostiene las tijeras
- Asegúrese de que los estudiantes eviten moverse por el salón con tijeras u otros objetos afilados.

## Presente el desafío

- Aprendimos muchas cosas sobre la Luna durante los vuelos de la era Apolo. Gran parte de este conocimiento proviene de las muestras de rocas que los astronautas trajeron de la Luna. Estas muestras fueron uno de los mayores beneficios de enviar humanos a la superficie lunar. Antes de sus misiones, los astronautas recibieron entrenamiento para reconocer diferentes tipos de rocas y su significado. La Visión para la Exploración Espacial de la NASA exige un regreso a la Luna antes de ir a Marte y más allá. Aprenderemos cómo “vivir de la tierra” fabricando oxígeno y propulsores para cohetes a partir de materiales locales, y probaremos nuevas tecnologías y operaciones. Vivir y trabajar en la Luna será una prueba para vivir y trabajar en Marte y más allá. En esta lección, localizaréis y simularéis la extracción de ilmenita para obtener oxígeno de la superficie de la Luna. Luego recogeréis el oxígeno que se extrae de la ilmenita y diseñaréis y construiréis un dispositivo de almacenamiento en frío que pueda transferir el oxígeno al vehículo Gateway que orbitará la Luna.
- Revise el problema con los estudiantes: ¿Cómo puedo encontrar y extraer recursos valiosos de una superficie lunar simulada?
- Vídeo opcional para ayudar con información general: “NASA Now Minute: Cryogenics Test Laboratory” (Minuto actual de la NASA: Laboratorio de pruebas criogénicas) - YouTube: [www.youtube.com/watch?v=2lixONAEWw](https://www.youtube.com/watch?v=2lixONAEWw)

Criterios	Restricciones
Utilizar únicamente los materiales proporcionados.	No se puede agregar más líquido a la muestra recogida.
Los dispositivos de almacenamiento en frío deben permitir el acceso al líquido para medir la evaporación o el cambio de temperatura antes y después del período de almacenamiento.	El líquido no debe escaparse de los sistemas de almacenamiento o transferencia.
El dispositivo de almacenamiento en frío debe estar diseñado para contener toda la muestra recogida.	El dispositivo no puede tener más de 20 cm <sup>3</sup> .

## Facilitar el desafío

### ? PEDIR

- Pregunte a sus estudiantes si tienen pronósticos relacionados con esta actividad y la “pregunta problemática” de cómo podrían encontrar y extraer recursos de la superficie de la Luna. Recuerde a los estudiantes que la superficie de la Luna es un ambiente extremadamente frío, por lo que los materiales que los astronautas recogerán son materiales criogénicos y deberán almacenarse de manera que evite la evaporación del oxígeno que se extrae del regolito. Anime a los estudiantes a compartir sus pronósticos hipotéticos con su grupo.
- Haga que los estudiantes se pongan sus gafas de seguridad (enfatique la importancia de mantener la protección ocular puesta durante esta parte de la lección)
- Haga que los estudiantes observen su plato desechable de la Luna
- Pídales que tracen una línea en el centro del papel cuadriculado, que etiqueten un lado como "Antes de la extracción" y que hagan un dibujo del plato de la Luna.
- Pídales que coloquen la transparencia roja sobre una mitad del plato y la transparencia azul sobre la otra mitad.
- Pídales que busquen ilmenita (tabletas efervescentes) moviendo las transparencias alrededor del plato. Preguntar: ¿De qué color podéis ver la ilmenita? ¿Qué color esconde la ilmenita? Explique que los investigadores de la NASA utilizan colores para localizar ciertos elementos en la superficie de otros cuerpos celestes, y que a esto se le llama localizar “espectroscópicamente” la ilmenita.
- Cuando localicen la ilmenita, deberán extraerla de la sección del plato desechable en la que se encuentra (sacarla del plato con la cuchara) y colocarla en la bolsa con cierre hermético. Luego pídales que cierren la bolsa, asegurándose de que todo el aire quede fuera de la bolsa.



### IMAGINAR

- Ahora es el momento de que sus alumnos diseñen un sistema de almacenamiento en frío que podrá transferir el fluido de forma segura a una nave espacial (taza). Este desafío tiene dos aspectos distintos: el tanque de combustible (dispositivo de almacenamiento en frío) y un sistema para transferir el combustible a una nave espacial.
- Muestre a los estudiantes el siguiente video para brindarles información sobre la criogenia: “NASA Now Minute: Cryogenics Test Laboratory” (Minuto actual de la NASA: Laboratorio de pruebas criogénicas) - <https://www.youtube.com/watch?v=2lixONaEWW>
- La NASA está trabajando para mantener frío el combustible de cohetes criogénicos sin agregar demasiado peso a una nave espacial. Los propulsores criogénicos son fluidos enfriados a temperaturas extremadamente frías y condensados para formar líquidos. Debido a que estos fluidos deben mantenerse a bajas temperaturas, la manipulación y el almacenamiento pueden ser difíciles. El desarrollo de tecnologías de gestión de combustible criogénico es esencial para las futuras misiones científicas y de exploración de la NASA para la propulsión en el espacio, los módulos de aterrizaje y la utilización de recursos in situ. La NASA está trabajando en el desarrollo de nuevas soluciones para el almacenamiento en el espacio y la transferencia de propulsores criogénicos para un mayor rendimiento, una mayor distancia y la capacidad de transportar cargas útiles más pesadas que los propulsores actuales.

## Compartir con los estudiantes



### Refuerzo cerebral

¿Sabíais que la NASA tiene una serie de videos llamados “Exploradores de la NASA” que presentan a los espectadores la diversidad de los trabajadores de la NASA y las ambiciosas misiones en las que están trabajando, como el estudio de las rocas lunares, la creación de herramientas espaciales y la capacitación de astronautas para regresar a la superficie lunar?

Obtenga más información: [www.youtube.com/playlist?list=PL2aBZuCeDwITmlkf6-R2QUhXhWkLzwCtM](http://www.youtube.com/playlist?list=PL2aBZuCeDwITmlkf6-R2QUhXhWkLzwCtM)



### SOBRE EL TERRENO



Imagen del astronauta en la Luna: [www.nasa.gov/specials/artemis/](http://www.nasa.gov/specials/artemis/)

Mientras la NASA se prepara para enviar astronautas de regreso a la Luna bajo la misión Artemisa, la agencia ha identificado 13 regiones candidatas a aterrizar cerca del Polo Sur lunar. Cada región contiene múltiples sitios potenciales de aterrizaje para el Artemis III, que será la primera de las misiones Artemis en llevar tripulación a la superficie lunar, incluida la primera mujer en pisar la Luna. Las regiones elegidas se consideran científicamente significativas debido a su proximidad al Polo Sur lunar, que es un área que contiene regiones permanentemente en sombra, ricas en recursos y en terreno inexplorado por los humanos.

Obtenga más información: [www.nasa.gov/press-release/nasa-identifies-candidate-regions-for-landing-next-americans-on-moon/](http://www.nasa.gov/press-release/nasa-identifies-candidate-regions-for-landing-next-americans-on-moon/)



- Pregunte a los estudiantes qué saben sobre la evaporación y los líquidos fríos y a temperatura ambiente. (Por ejemplo, los líquidos más calientes se evaporan más rápido que los fríos y los líquidos expuestos a más aire se evaporan más rápido).
- Desafíe a los estudiantes a diseñar un dispositivo de almacenamiento en frío y una manera de transferir el combustible del dispositivo de almacenamiento a una nave espacial. El traslado de combustible se realizará durante otra sesión de clase. Recuerde a los alumnos que el dispositivo no puede superar los 20 cm<sup>3</sup>.
- La nave espacial puede ser una simple taza medidora. El principal objetivo del diseño es el almacenamiento de combustible en frío y la transferencia del líquido, no la nave espacial.
- Solo se pueden utilizar los materiales proporcionados. Dé tiempo a los grupos para explorar los materiales.



## PLAN

- Los equipos intercambiarán ideas y esbozarán su idea para un sistema que mantendrá frías sus muestras.
- Recuérdeles que su sistema debe ser lo suficientemente grande para contener la muestra de ilmenita, pero no puede exceder los 20 cm<sup>3</sup> de volumen.
- El diseño de la unidad de almacenamiento en frío también debe permitir que el equipo acceda a la muestra para medir la evaporación y el cambio de temperatura antes y después del período de almacenamiento.
- El sistema de transferencia que diseñen los equipos debe trasladar la muestra desde la unidad de almacenamiento a la nave espacial (vaso medidor) lo más rápido posible.
- Asegúrese de que todos los estudiantes se comuniquen y colaboren, y que las sugerencias e ideas estén documentadas.
- Evalúe los debates y la puesta en común de ideas de los estudiantes mientras trabajan en grupos pequeños.



## CREAR

- Los equipos construirán su dispositivo de almacenamiento en frío después de recibir la aprobación de su boceto por parte del educador. Revise el boceto para detectar cualquier problema de seguridad antes de dar la aprobación.



## PRUEBA

- Hay que dejar el dispositivo de almacenamiento en frío durante la noche, midiendo la temperatura del líquido antes y después del período de almacenamiento.
- Luego se debe medir la cantidad de evaporación que se produjo durante la noche.
- Los equipos deben registrar sus datos en el folleto del estudiante. El folleto también puede utilizarse para evaluar formalmente la colaboración de los alumnos y su comprensión del reto.
- La transferencia de la muestra también se realizará al día siguiente. Los equipos demostrarán la transferencia de combustible desde el dispositivo de almacenamiento en frío a la nave espacial (taza medidora).
- Después de que los equipos hayan probado su sistema de transferencia de fluidos, deben registrar las observaciones y responder todas las preguntas de seguridad.



## MEJORAR

- Permitir que los equipos rediseñen su sistema de almacenamiento en frío si hay tiempo.



## COMPARTIR

- Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de debate:
  - ¿Qué diseños tuvieron más éxito a la hora de mantener la muestra más fría? ¿Por qué?
  - ¿Qué diseños evitaron la mayor evaporación? ¿Por qué?
  - ¿Qué diseños transfirieron la mayor cantidad de combustible a la nave espacial? ¿Por qué?
  - ¿Qué información podrían obtener los ingenieros que trabajan en este proyecto de los resultados de vuestro equipo?
  - ¿Cuál creéis que sería la mejor manera de presentar vuestros resultados?
- Opcional: Haga que los grupos de estudiantes compartan la herramienta que han inventado con otras clases o niveles de grado.
- Opcional: Comparta los resultados de los estudiantes en las redes sociales usando #NextGenSTEM. Asegúrese de incluir el módulo y el nombre de la actividad.

## Extensiones

- Incluir un presupuesto para el diseño. Establecer un costo por artículo utilizado y exigir a los estudiantes que se mantengan dentro de un presupuesto determinado o que presenten una oferta para el contrato con la solución de menor costo.
- Entrevistar a los padres o abuelos sobre la tecnología en su vida. ¿Cuál fue la tecnología más nueva que recuerdan mientras crecían? (p. ej., televisor en color, teléfonos) ¿Cómo pensaban que sería la vida ahora? (p. ej., coches voladores, etc.)

## Referencias

Actividad de minería lunar - [www.nasa.gov/pdf/146862main\\_Moon\\_Mining\\_Educator.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/146862main_Moon_Mining_Educator.pdf)

Actividad de almacenamiento y transferencia de propulsor criogénico [https://www.nasa.gov/search/?search=+Cryogenic+Propellant+Storage+&Transfer\\_](https://www.nasa.gov/search/?search=+Cryogenic+Propellant+Storage+&Transfer_)

Primera experiencia de campamento de mujeres <https://www.nasa.gov/stem-content/first-woman-graphic-novel/>

## Recurso

Almacenamiento y transferencia de propulsor criogénico (CPST) [www.nasa.gov/news-release/nasa-tests-game-changing-composite-cryogenic-fuel-tank/](http://www.nasa.gov/news-release/nasa-tests-game-changing-composite-cryogenic-fuel-tank/)

# Actividad cuatro: Extraer, Embalar y Transportar

## FOLLETO PARA ESTUDIANTES

### Vuestro desafío

En esta actividad, trabajaréis en grupos pequeños para localizar ilmenita simulada (hielo con tabletas efervescentes trituradas) y extraerla. Trabajaréis juntos para diseñar un sistema de transferencia de combustible en frío para almacenar la ilmenita que habéis descubierto y transferirla a Gateway, un hábitat espacial en órbita alrededor de la luna.

Criterios	Restricciones
Utilizar únicamente los materiales proporcionados.	No se puede agregar más líquido a la muestra recogida.
Los dispositivos de almacenamiento en frío deben permitir el acceso al líquido para medir la evaporación y el cambio de temperatura antes y después del período de almacenamiento.	El líquido no debe escaparse de los sistemas de almacenamiento o transferencia.
El dispositivo de almacenamiento en frío debe estar diseñado para contener toda la muestra recogida.	El dispositivo no puede tener más de 20 cm <sup>3</sup> .

### ? PEDIR

- Poneos vuestras gafas de seguridad y observad vuestro plato desechable de la Luna con vuestro equipo.
- Dibujad una línea en el centro del papel cuadriculado, etiquetad un lado como "Antes de minar" y haced un dibujo de vuestro plato de la Luna.
- Colocad la transparencia roja sobre la mitad del plato y colocad la transparencia azul sobre la otra mitad.
- Buscad ilmenita (tabletas efervescentes) moviendo las transparencias por el plato. ¿De qué color podéis ver la ilmenita? ¿Qué color escondió la ilmenita? Los investigadores de la NASA utilizan colores para localizar ciertos elementos en la superficie de otros cuerpos. A esto se le llama localizar "espectroscópicamente" la ilmenita.
- Cuando localicéis la ilmenita, extraedla de la sección del plato desechable en la que se encuentra (sacadla del plato con la cuchara) y colocadla en la bolsa con cierre hermético. Cerrad la bolsa, asegurándoos de que todo el aire quede encerrado fuera de la bolsa.

### 💡 IMAGINAR

Ahora es el momento de diseñar un sistema de almacenamiento en frío que sea capaz de transferir el fluido de forma segura a una nave espacial (taza). Este desafío tiene dos aspectos distintos: el tanque de combustible (dispositivo de almacenamiento en frío) y un sistema para transferir el combustible a una nave espacial.

- La NASA está trabajando para mantener frío el combustible de cohetes criogénicos sin agregar demasiado peso a una nave espacial. Los propulsores criogénicos son fluidos enfriados a temperaturas extremadamente frías y condensados para formar líquidos. Debido a que estos fluidos deben mantenerse a bajas temperaturas, la manipulación y el almacenamiento pueden ser difíciles. El desarrollo de tecnologías de gestión de combustible criogénico es esencial para las futuras misiones científicas y de

## Compartir con los estudiantes



### DATO CURIOSO

Los astronautas estadounidenses han plantado seis banderas estadounidenses en la Luna. Pero eso no significa que Estados Unidos la haya reclamado como propia. De hecho, una ley internacional escrita en 1967 impide que cualquier nación sea propietaria de planetas, estrellas o cualquier otro objeto natural en el espacio.



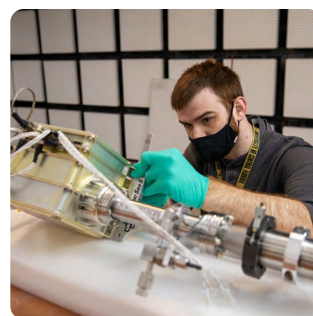
Este es un astronauta del Apolo 17 de pie sobre la superficie lunar con la bandera de los Estados Unidos al fondo.

Obtenga más información:  
[https://solarsystem.nasa.gov/Moons/earths-Moon/overview/#otp\\_pop\\_culture](https://solarsystem.nasa.gov/Moons/earths-Moon/overview/#otp_pop_culture)



### RINCÓN DE CARRERA

Nate Cain, ingeniero electrónico del centro Kennedy de la NASA. El Centro Espacial de Florida se prepara para realizar pruebas



Nate Cain, crédito: NASA

de interferencia electromagnética (EMI) para el instrumento Espectrómetro de Masas de Observación de Operaciones Lunares (MSolo). En la Luna, ayudará a analizar la composición química de los lugares de aterrizaje, y misiones posteriores estudiarán el agua en la superficie lunar.

Obtenga más información:  
[www.nasa.gov/image-feature/engineer-tests-msolo-instrument-for-viper](http://www.nasa.gov/image-feature/engineer-tests-msolo-instrument-for-viper)

exploración de la NASA para la propulsión en el espacio, los módulos de aterrizaje y la utilización de recursos in situ. La NASA está trabajando en el desarrollo de nuevas soluciones para el almacenamiento en el espacio y la transferencia de propulsores criogénicos para un mayor rendimiento, una mayor distancia y la capacidad de transportar cargas útiles más pesadas que los propulsores actuales. Ahora vuestro desafío es diseñar un dispositivo de almacenamiento en frío y una forma de transferir el combustible desde el dispositivo de almacenamiento a una nave espacial.

- La nave espacial puede ser una simple taza medidora. El principal objetivo del diseño es el almacenamiento de combustible en frío y la transferencia del líquido, no la nave espacial.
- Solo se pueden utilizar los materiales proporcionados, así que echad un vistazo a los materiales que os ha proporcionado vuestro profesor.



## PLAN

- Poned en común ideas y esbozad la idea de vuestro equipo para un sistema que mantendrá las muestras frías.
- Recordad que vuestro sistema debe ser lo suficientemente grande para contener la muestra de ilmenita.
- El diseño de la unidad de almacenamiento en frío también debe permitir que vuestro equipo acceda a la muestra para medir la evaporación y el cambio de temperatura antes y después del período de almacenamiento.
- El diseño del sistema de transferencia debe mover la muestra de la unidad de almacenamiento a la nave espacial (vaso medidor) lo más rápido posible.
- Aseguraos de que todas las sugerencias e ideas de los miembros de vuestro equipo estén documentadas.



## CREAR

- Vuestros equipos construirán el dispositivo de almacenamiento en frío después de que vuestro educador apruebe el boceto.



## PRUEBA

- Hay que dejar el dispositivo de almacenamiento en frío durante la noche, midiendo la temperatura del líquido antes y después del período de almacenamiento.
- Luego se debe medir la cantidad de evaporación que se produjo durante la noche.
- Registrad vuestros datos en el folleto del estudiante.
- La transferencia de la muestra también se realizará al día siguiente. Vuestro equipo demostrará la transferencia de combustible del dispositivo de almacenamiento en frío a la nave espacial (taza de medir).
- Después de haber probado el sistema de transferencia de fluidos de vuestro equipo, registrad las observaciones y responded a todas las preguntas del desafío.



## MEJORAR

- Volved a diseñar vuestro sistema de almacenamiento en frío si hay tiempo.



## COMPARTIR

Leed y analizad las siguientes preguntas con vuestro equipo y preparaos para compartirlas con los demás equipos:

- ¿Qué diseños tuvieron más éxito a la hora de mantener la muestra más fría? ¿Por qué?
- ¿Qué diseños evitaron la mayor evaporación? ¿Por qué?
- ¿Qué diseños transfirieron la mayor cantidad de combustible a la nave espacial? ¿Por qué?
- ¿Qué información podrían obtener los ingenieros que trabajan en este proyecto de los resultados de vuestro equipo?
- ¿Cuál creéis que sería la mejor manera de presentar vuestros resultados?



# Experimentar y registrar

## Diseño 1

Medidas de vuestro sistema de almacenamiento: Largo (cm) \_\_\_ Ancho (cm) \_\_\_ Alto (cm) \_\_\_ Volumen total: (cm<sup>3</sup>) \_\_\_

### Almacenamiento en frío

1. Antes del registro del período de almacenamiento:

Masa de todo el dispositivo de almacenamiento sin líquido (en gramos)	Cantidad de combustible líquido almacenado en frío (en cm <sup>3</sup> )	Masa de todo el dispositivo con líquido (en gramos)	Temperatura del líquido al inicio de la prueba (en grados centígrados)

2. Tiempo de almacenamiento: \_\_\_\_\_

3. Después del registro del período de almacenamiento:

Temperatura (en grados)	Masa de todo el dispositivo (en gramos)	Diferencia de masa debida a la evaporación (en gramos)

### Sistema de transferencia

1. Masa del sistema de transferencia: (gramos) \_\_\_\_\_

2. Resultados de la transferencia a la nave espacial.

Cantidad de líquido al inicio de la transferencia (en cm <sup>3</sup> )	Cantidad de líquido al final de la transferencia en la nave espacial (en cm <sup>3</sup> )

(La nave espacial puede ser un dispositivo de medición para que sea más fácil ver cuánto se transfirió).

# Experimentar y registrar

## Rediseño

Medidas de vuestro sistema de almacenamiento: Largo (cm) \_\_\_ Ancho (cm) \_\_\_ Alto (cm) \_\_\_ Volumen total: (cm<sup>3</sup>) \_\_\_

### Almacenamiento en frío

1. Antes del registro del período de almacenamiento:

Masa de todo el dispositivo de almacenamiento sin líquido (en gramos)	Cantidad de combustible líquido almacenado en frío (en cm <sup>3</sup> )	Masa de todo el dispositivo con líquido (en gramos)	Temperatura del líquido al inicio de la prueba (en grados centígrados)

2. Tiempo de almacenamiento: \_\_\_\_\_

3. Después del registro del período de almacenamiento:

Temperatura (en grados centígrados)	Masa de todo el dispositivo (en gramos)	Diferencia de masa debida a la evaporación (en gramos)

### Sistema de transferencia

1. Masa del sistema de transferencia: (gramos) \_\_\_\_\_

2. Resultados de la transferencia a la nave espacial.

Cantidad de líquido al inicio de la transferencia (en cm <sup>3</sup> )	Cantidad de líquido al final de la transferencia en la nave espacial (en cm <sup>3</sup> )

(La nave espacial puede ser un dispositivo de medición para que sea más fácil ver cuánto se transfirió).

# Garantía de calidad

Cada equipo debe revisar el diseño de otro equipo y luego responder las siguientes preguntas.








Nombre del equipo:	Sí	No	Notas
¿Ha podido el equipo almacenar los 30 ml de líquido durante la noche?			
¿Ha podido el equipo transferir los 30 ml de líquido?			
¿El equipo ha registrado correctamente los datos?			

**Enumerad los puntos fuertes específicos del diseño.**

**Enumerad los puntos débiles específicos del diseño.**

**¿Cómo mejoraríais el diseño?**

## Apéndice A. – Rúbrica para el Proceso de Diseño de Ingeniería (PDE)

Paso EDP	Novato (0)	Aprendiz (1)	Oficial (2)	Experto (3)	Nivel de conocimiento del estudiante (Puntuación)
<b>Identificar el problema (PREGUNTAR)</b> 	El estudiante/equipo no identifica el problema	El estudiante/equipo identifica incorrectamente el problema	El estudiante/equipo identifica parte del problema	El estudiante/equipo identifica completa y correctamente el problema.	
<b>Poner en común ideas para una solución (IMAGINAR)</b> 	El estudiante/equipo no identifica lo conocido y lo desconocido	El estudiante/equipo identifica de forma incompleta lo conocido y lo desconocido	El estudiante/equipo identifica lo conocido y lo desconocido utilizando la experiencia pero no utiliza recursos	El estudiante/equipo identifica completamente lo conocido y lo desconocido utilizando experiencia y recursos.	
<b>Desarrollar una solución (PLANIFICAR)</b> 	El estudiante/equipo no realiza una puesta en común de ideas	El estudiante/equipo genera una posible solución	El estudiante/equipo proporciona dos posibles soluciones	El estudiante/equipo proporciona tres o más soluciones posibles	
<b>Crear un prototipo (CREAR)</b> 	El estudiante/equipo no identifica ninguna consecuencia	El estudiante/equipo determina consecuencias inexactas o irrelevantes	El estudiante/equipo identifica las consecuencias con precisión	El estudiante/equipo identifica las consecuencias con precisión y proporciona una justificación	
<b>Probar un prototipo (PROBAR)</b> 	El estudiante/equipo no comunica los resultados	El estudiante/equipo comparte resultados aleatorios	El estudiante/equipo comparte resultados organizados, pero los resultados están incompletos	El estudiante/equipo comparte resultados detallados y organizados con la clase	
<b>Rediseño basado en datos y pruebas (MEJORAR)</b> 	El estudiante/equipo no contribuye al rediseño.	El estudiante/equipo no mejora el diseño ni aborda los problemas	El estudiante/equipo aborda un problema para mejorar el diseño	El estudiante/equipo aborda dos o más problemas basándose en pruebas para mejorar el diseño	
<b>Comunicar los resultados de las pruebas. (COMPARTIR)</b> 	El estudiante/equipo no comunica los resultados	El estudiante/equipo comparte resultados aleatorios	El estudiante/equipo comparte resultados organizados, pero los resultados están incompletos	El estudiante/equipo comparte resultados detallados y organizados con el grupo	
<b>Total</b>					

Nota para el educador: Puede personalizar la rúbrica anterior para evaluar mejor a su grupo de estudiantes.



## Apéndice B. – Glosario de términos clave

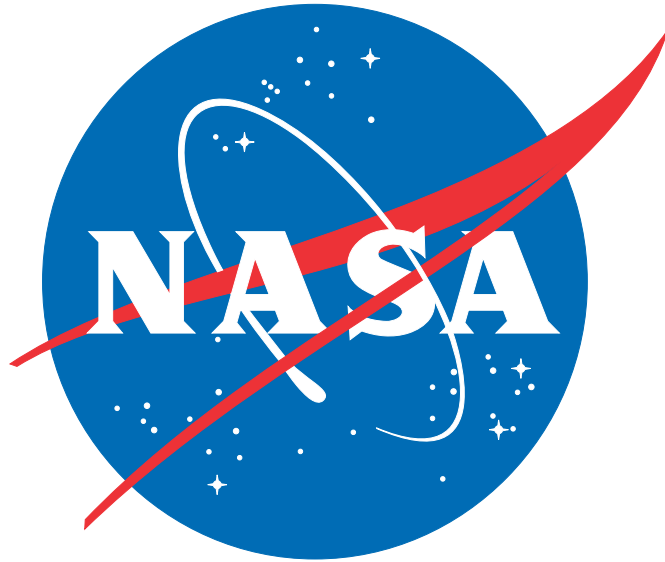
**Regolito helado:** Mezcla de hielo y regolito encontrada en la Luna.

**Ilmenita:** Mineral compuesto de hierro y óxido de titanio. Un importante recurso de oxígeno en la Luna.

**Utilización de recursos in situ (ISRU):** Una práctica de generación de productos con materiales locales.

**Polvo lunar:** Una capa muy fina de regolito, o material rocoso fragmentado, que es estática y se adhiere a las superficies expuestas.

**Regolito:** El material suelto y fragmentario de la superficie de la Luna.



**Si desea obtener más información, únase a nuestra comunidad de educadores, ¡NASA CONNECTS!**

<https://stemgateway.nasa.gov/connects/s>

Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio

Sede central de la NASA  
300 E Street SO  
Washington, DC 20546  
[www.nasa.gov/centers/hq](http://www.nasa.gov/centers/hq)

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)