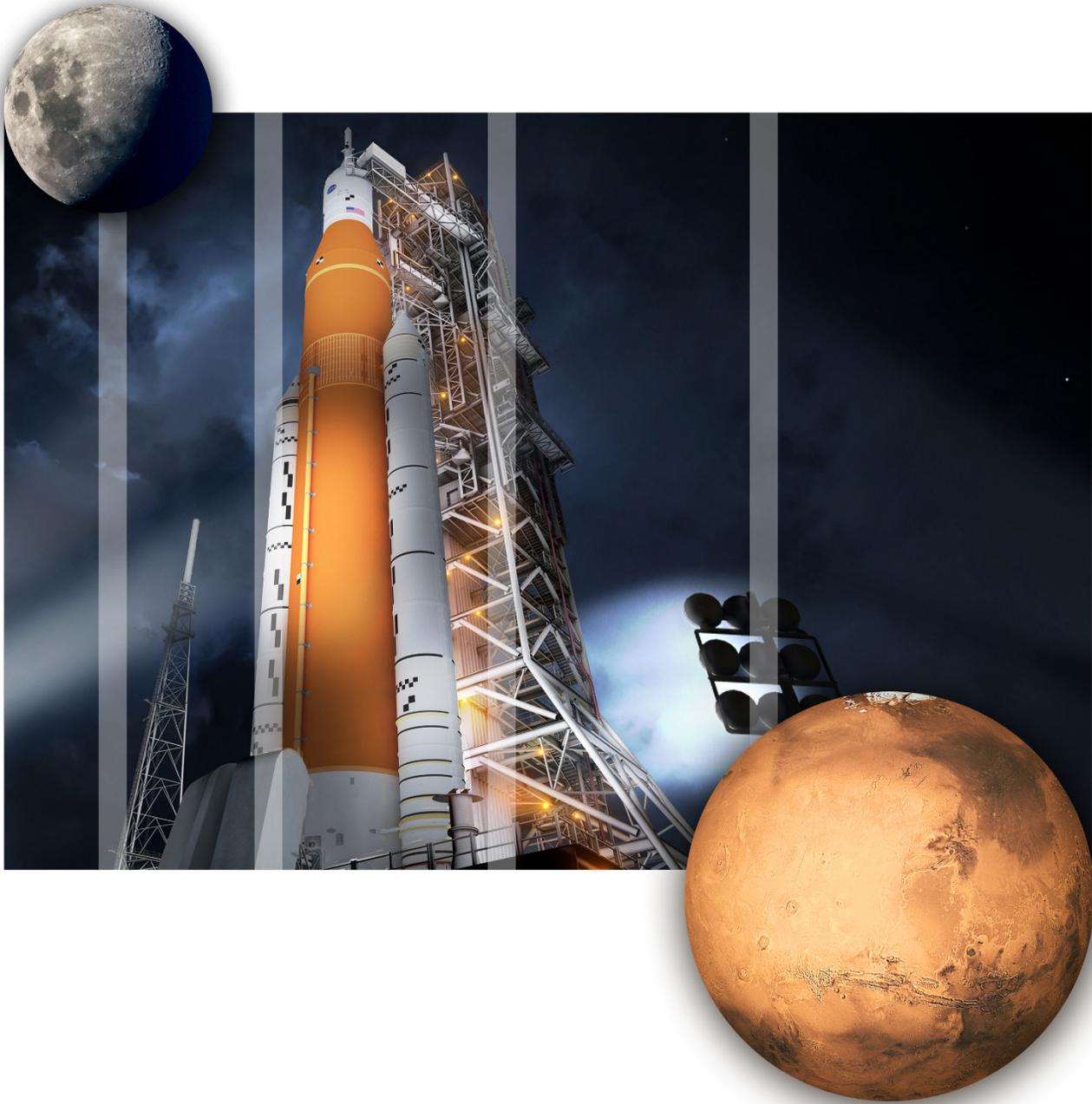




# Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

## Guía del educador



Guía del educador	
Educadores y estudiantes	Grados 6 a 8



## Contenido

<b>Prefacio</b> .....	<b>1</b>
<b>Estándares de educación STEM</b> .....	<b>1</b>
<b>Proceso de diseño de ingeniería</b> .....	<b>2</b>
<b>Introducción y antecedentes</b> .....	<b>3</b>
Configuraciones de cohetes .....	3
Tecnologías de cohetes .....	4
<b>Actividad uno: Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras</b> .....	<b>8</b>
Notas para el educador .....	8
Folleto para el estudiante .....	14
<b>Actividad dos: Seguimiento de la altitud de un cohete</b> .....	<b>18</b>
Notas para el educador .....	18
Folleto para el estudiante .....	25
<b>Actividad tres: Construye un globo cohete de varias etapas</b> .....	<b>27</b>
Notas para el educador .....	27
Folleto para el estudiante .....	30
<b>Actividad cuatro: Optimiza el motor de un cohete de agua</b> .....	<b>31</b>
Notas para el educador .....	31
Folleto para el estudiante .....	36
<b>Anexo: Estándares y prácticas de STEM</b> .....	<b>39</b>
Estándares de ciencias de próxima generación (NGSS, por sus siglas en inglés) .....	39
Prácticas de ciencia e ingeniería de los NGSS .....	40
Estándares para estudiantes de la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (ISTE, por sus siglas en inglés).....	40
Estándares estatales básicos comunes (CCSS, por sus siglas en inglés) para matemáticas .....	41



## Prefacio

La Oficina de Compromiso STEM de la NASA publicó *Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial* como parte de una serie de guías educativas para ayudar a los estudiantes de escuela media a alcanzar su potencial para unirse a la fuerza laboral STEM de próxima generación. Las actividades se pueden utilizar tanto en entornos de educación formal como informal, así como por familias para uso individual. Cada una de estas actividades está alineada con los estándares nacionales de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), y los mensajes de la NASA están actualizados a septiembre de 2019.

## Estándares de educación STEM

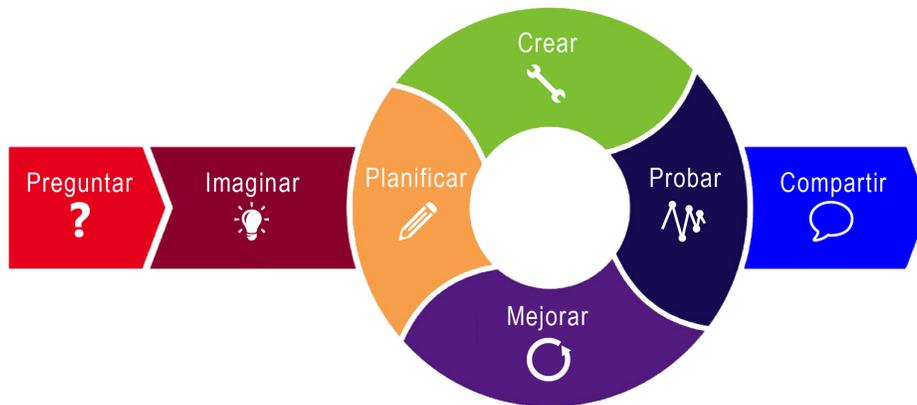
La matriz de disciplinas STEM que se muestra a continuación alinea cada actividad de este módulo con los estándares para enseñar STEM de acuerdo con cuatro áreas de enfoque principales dentro de cada disciplina. Las cuatro áreas de enfoque para ciencias se adaptaron de las ideas básicas disciplinarias de la escuela media de los [Estándares de ciencias de la próxima generación](#) (NGSS, por sus siglas en inglés). Las cuatro áreas de enfoque para la tecnología se adaptaron de los estándares para estudiantes de la [Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación](#) (ISTE, por sus siglas en inglés). Las cuatro áreas de enfoque para la ingeniería se adaptaron de la [Asociación Nacional de Enseñanza de Ciencias](#) (NSTA, por sus siglas en inglés) y de las [prácticas de ciencia e ingeniería de las NGSS](#). Las cuatro áreas de enfoque para matemáticas se adaptaron de los estándares de contenido de la escuela media para matemáticas por dominio de los [Estándares estatales básicos comunes \(CCSS, por sus siglas en inglés\)](#). Encuentre matrices adicionales en el Anexo: Estándares y prácticas de STEM.

Actividad	Disciplinas STEM															
	Ciencias				Tecnología				Ingeniería				Matemáticas			
	Ideas básicas disciplinarias de los NGSS				Estándares ISTE para estudiantes				Prácticas de la NSTA y los NGSS				Estándares de contenido por dominio de los CCSS			
	Ciencias físicas	Ciencias de la vida	Ciencias de la Tierra y el espacio	Ingeniería, Tecnología y Aplicación de las Ciencias	Constructor de conocimiento	Diseñador de innovación	Pensador computacional	Colaborador mundial	Hacer preguntas y definir problemas	Desarrollar y usar modelos	Planificar y llevar a cabo investigaciones	Explicaciones de construcción y soluciones de diseño	Proporciones y relaciones proporcionales	El sistema numérico	Estadística y probabilidad	Geometría
Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓					
Seguimiento de la altitud de un cohete					✓		✓	✓					✓			
Construye un globo cohete de varias etapas	✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	
Optimiza el motor de un cohete de agua	✓			✓			✓	✓	✓	✓	✓				✓	

# Proceso de diseño de ingeniería

El proceso de diseño de ingeniería (EDP, por sus siglas en inglés) es crucial para el éxito de la misión en la NASA. El proceso de diseño de ingeniería es un proceso iterativo que involucra una serie de pasos que los ingenieros usan para guiarse en la resolución de problemas. Los equipos de estudiantes pueden utilizar los pasos que se describen a continuación para resolver los desafíos de esta guía de actividades. Obtenga más información sobre el proceso de diseño de ingeniería con el sistema Educator Professional Development Collaborative de la NASA en <https://www.txstate-epdc.net/models-of-the-engineering-design-process/>.

1. PREGUNTAR: Identificar el problema, los requisitos que se deben cumplir y las restricciones que se deben considerar.
2. IMAGINAR: Hacer una lluvia de ideas sobre soluciones e investigar lo que otros han hecho en el pasado.
3. PLANIFICAR: Seleccionar y dibujar un diseño.
4. CREAR: Construir un modelo o un prototipo.
5. PROBAR: Evaluar soluciones probando y recopilando datos.
6. MEJORAR: Perfeccionar el diseño.
7. COMPARTIR: Comunicar y analizar el proceso y las soluciones en grupo.



Consejo: Para administrar la dinámica dentro de cada equipo, puede ser útil asignar a cada estudiante dentro del grupo una tarea específica, como gerente de materiales, ingeniero de diseño, ingeniero de fabricación, especialista en comunicaciones o gerente de equipo. Tener a cada miembro del equipo a cargo de un elemento diferente de la tarea puede reducir los conflictos internos dentro de los equipos.

### Introducción y antecedentes

El Sistema de Lanzamiento Espacial de la NASA, o SLS, es un vehículo de lanzamiento avanzado que sienta las bases para la exploración humana más allá de la órbita terrestre baja. Con su potencia y capacidades sin precedentes, el SLS es el único cohete que puede enviar la cápsula Orión, astronautas y grandes cargas a la Luna en una sola misión. El equipo SLS está produciendo el primer cohete de clase de exploración de la NASA construido desde el Saturno V.

Para satisfacer las necesidades futuras de la NASA para misiones en el espacio profundo, el SLS está diseñado para evolucionar hacia configuraciones cada vez más poderosas y ofrecer más masa de carga útil, capacidad de volumen y energía para acelerar las misiones en el espacio que cualquier otro vehículo de lanzamiento actual. Este diseño flexible abrirá nuevas posibilidades para las cargas útiles, incluidas las misiones científicas robóticas a lugares como Marte, Saturno y Júpiter.

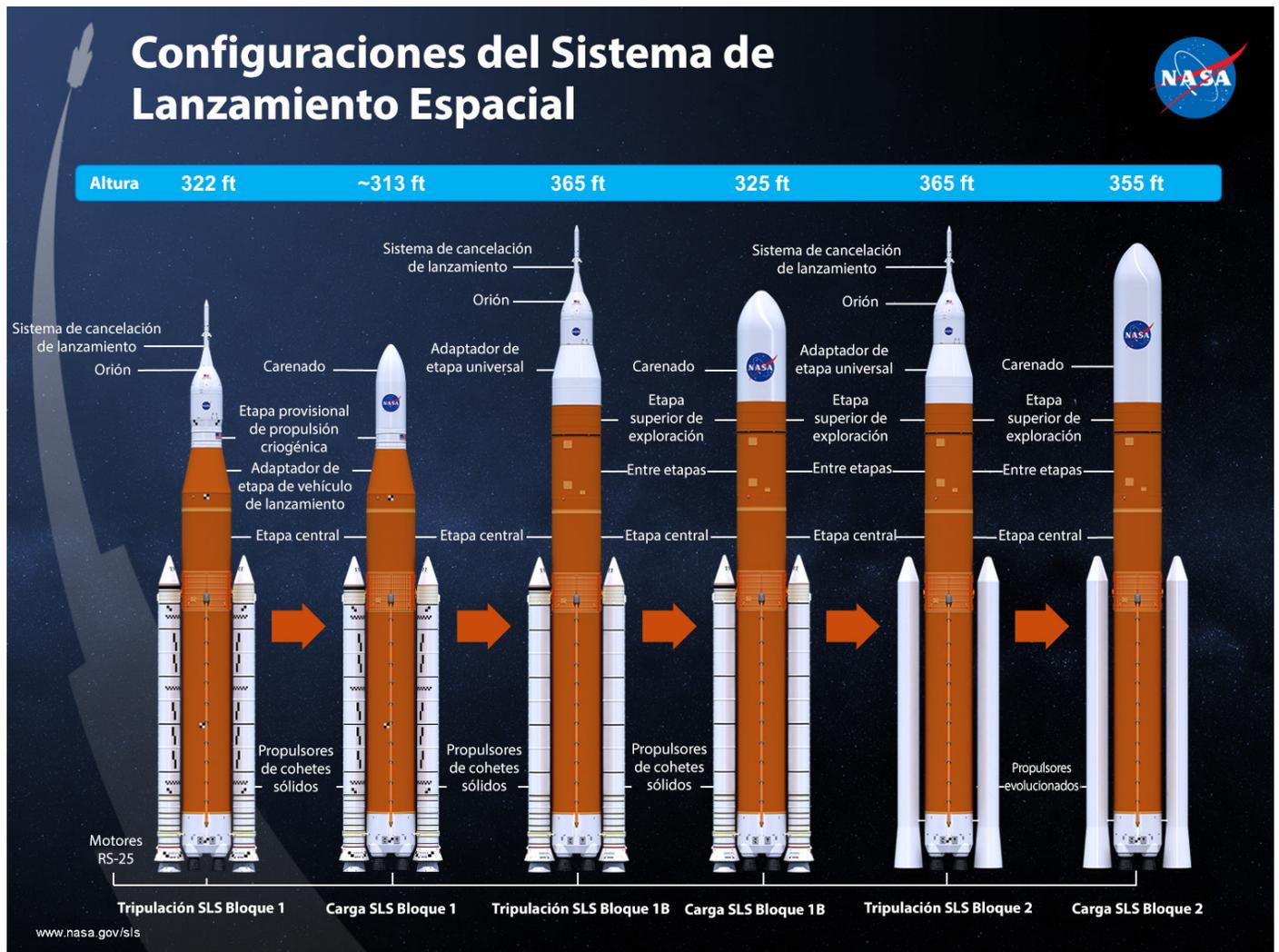
Este concepto de diseño evolutivo permite a la NASA proporcionar a la nación un cohete capaz de ser pionero en nuevas misiones de vuelos espaciales tripulados y en misiones científicas revolucionarias en el menor tiempo posible, mientras continúa desarrollando configuraciones que son más potentes. La próxima ola de exploración humana llevará a los exploradores más lejos en el sistema solar, desarrollando nuevas tecnologías, inspirando a las generaciones futuras y ampliando nuestro conocimiento sobre nuestro lugar en el universo.

### Configuraciones de cohetes

La primera configuración del vehículo SLS se denomina Bloque 1. Pesa 2.6 millones de kilogramos (5.75 millones de libras) cuando está cargado de combustible y mide 98 metros (322 pies) de altura. Eso es más alto que la Estatua de la Libertad. El SLS producirá 39.1 millones de newtons (8.8 millones de libras) de empuje en el despegue, equivalente a más de 160,000 motores Corvette. La configuración inicial del Bloque 1 del SLS puede enviar más de 26 toneladas métricas, o 57,000 libras, a órbitas más allá de la Luna. Estará propulsado por dos cohetes de propelente sólido de cinco segmentos y cuatro motores RS-25 de propelente líquido. Después de llegar al espacio, la etapa de propulsión criogénica provisional (ICPS) es capaz de enviar a la cápsula Orión a la Luna. Usando la configuración del Bloque 1, la primera misión del SLS, Artemisa I, lanzará la cápsula Orión sin tripulación a una órbita estable más allá de la Luna y la traerá de regreso a la Tierra. Esta misión demostrará el rendimiento del sistema integrado del cohete SLS, la cápsula Orión y los equipos de apoyo en tierra antes de un vuelo tripulado. La segunda misión del SLS es Artemisa II, y lanzará a Orión con una tripulación de hasta cuatro astronautas a una distancia cercana a la Luna que es más lejos de lo que los humanos jamás se han aventurado.



Representación artística del Sistema de Lanzamiento Espacial de la NASA. (NASA)



Configuraciones del Sistema de Lanzamiento Espacial (SLS). (NASA)

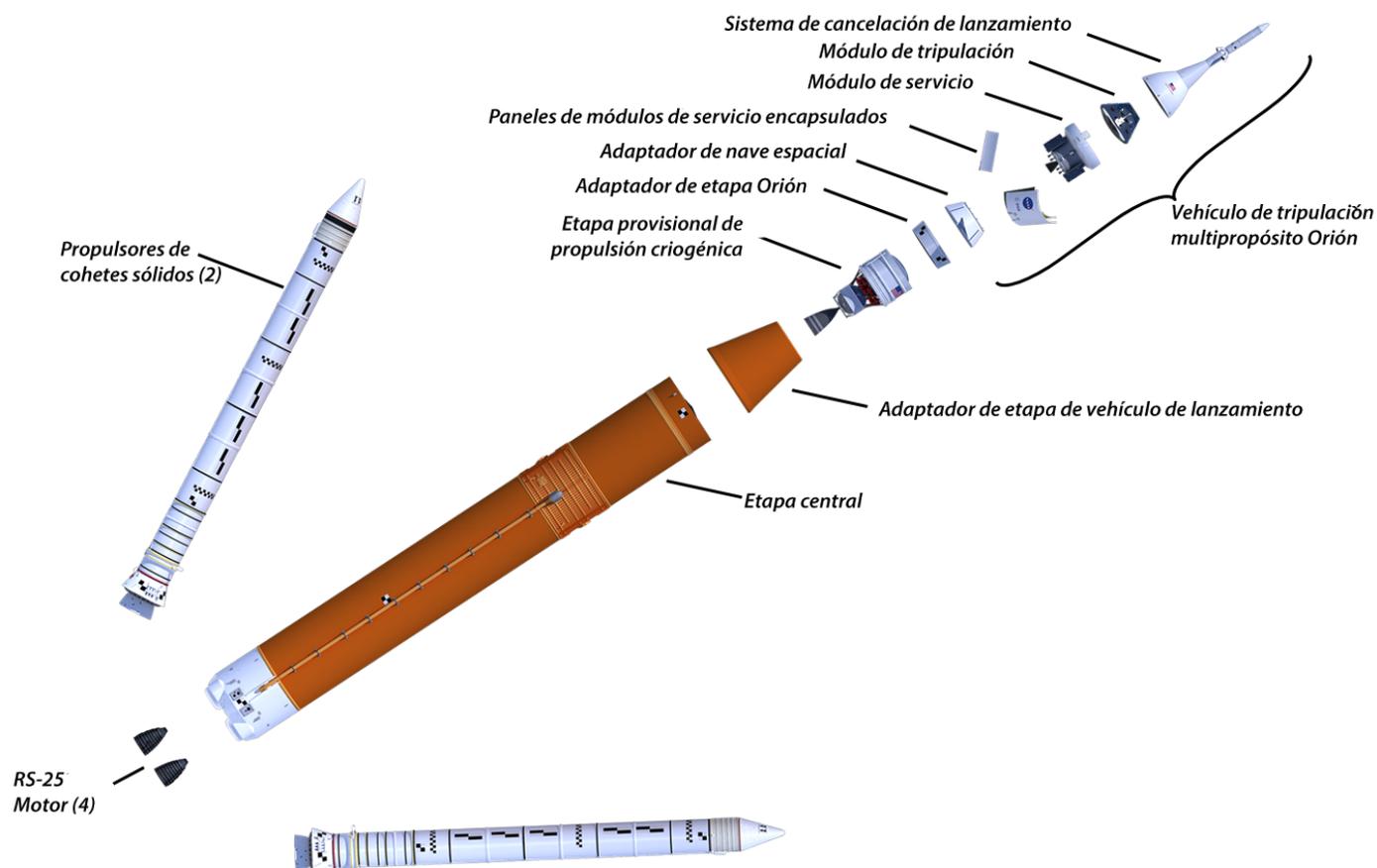
La siguiente evolución prevista del SLS, el vehículo de tripulación Block 1B, utilizará una nueva y más potente Etapa Superior de Exploración (EUS) para permitir misiones más ambiciosas al campo de pruebas del espacio cerca y más allá de la Luna, donde la NASA probará los sistemas necesarios para futuras misiones a Marte. En un solo lanzamiento, el vehículo Block 1B puede transportar la cápsula Orión junto con sistemas de exploración, como un pequeño módulo de hábitat para el espacio profundo, o puede volar en misiones dedicadas a transportar sistemas de exploración más grandes o naves espaciales científicas bajo un carenado de carga útil. La configuración del Bloque 1B con tripulación tendrá una altura de aproximadamente 111 metros (364 pies), que es más alta que el cohete Saturno V que llevó a los astronautas a la Luna.

Una evolución posterior, el Bloque 2, proporcionará 52.9 newtons (11.9 millones de libras) de empuje y será el vehículo de trabajo para montar una misión humana a Marte y enviar carga a la Luna, Marte y otros destinos del espacio profundo. El Bloque 2 del SLS estará diseñado para elevar más de 45 toneladas métricas (99,000 libras) al espacio profundo.

## Tecnologías de cohetes

La empresa Boeing, con sede en Huntsville (Alabama), está desarrollando la etapa central del SLS, incluida la aviónica que controlará el vehículo durante el vuelo. Con una altura de más de 60 metros (200 pies) y un diámetro de 8.41 metros (27.6 pies), la etapa central almacenará 2.76 millones de litros (730,000 gal) de hidrógeno líquido superenfriado y oxígeno líquido que alimentarán los motores RS-25 del SLS. La etapa central se está construyendo en las instalaciones de ensamblaje Michoud de la NASA en Nueva Orleans utilizando equipos de fabricación de última generación, incluida una herramienta de soldadura por fricción y agitación que es la más grande de su tipo en el mundo. Al mismo tiempo, el software informático de la aviónica del cohete se está desarrollando en el Centro de Vuelo Espacial Marshall de la NASA en Huntsville, Alabama.

## Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial



Concepto de Configuración Inicial del Bloque 1 para el Sistema de Lanzamiento Espacial. (NASA)

En cada configuración, el SLS continuará utilizando el mismo diseño de etapa central con cuatro motores RS-25 para la propulsión. Aerojet Rocketdyne de Sacramento, California, está modernizando un inventario existente de 16 motores RS-25 de transbordador espacial para adaptarlos a los requisitos de rendimiento de SLS, incluido un nuevo controlador de motor, el aislamiento de la tobera y el funcionamiento necesario a 1.8 millones de newtons (418,000 libras) de empuje, en lugar de los 1.76 millones de newtons (395,000 lb) de empuje utilizados por el transbordador espacial.

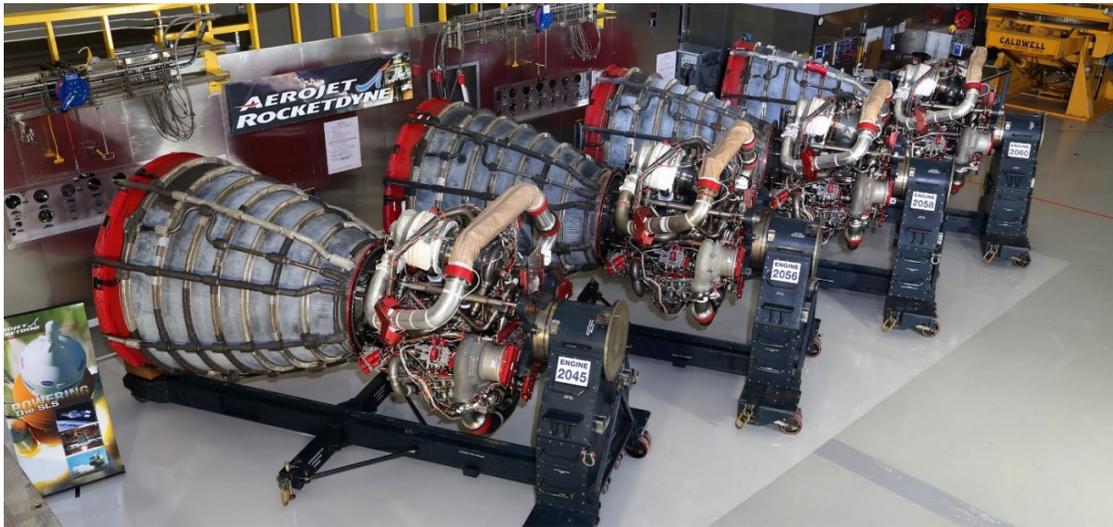
Para los primeros vuelos del SLS se utilizarán dos propulsores de cohetes sólidos extraídos del transbordador. Cada uno proporciona 16 millones de newtons (3.6 millones de libras) de empuje. Northrop Grumman es una empresa con sede en Dulles, Virginia, y el principal contratista de los propulsores. Para proporcionar la potencia adicional necesaria para el cohete, tuvieron que modificar los propulsores de la configuración del transbordador, que usaba cuatro segmentos de propelentes, a una versión de cinco segmentos. El diseño también incluye nueva aviónica, diseño de propulsores, aislamiento de la caja y eliminación de los paracaídas de recuperación. Northrop Grumman completó con éxito una prueba en tierra de calificación de duración completa del propulsor.

La capacidad inicial para impulsar a Orión fuera de la órbita terrestre para Artemisa I provendrá de una ICPS, que fue modificada a partir de la exitosa segunda etapa de la familia de cohetes Delta IV de United Launch Alliance. Los propelentes criogénicos son fluidos enfriados a temperaturas extremadamente frías y condensados para formar líquidos que se pueden usar para proporcionar propulsión de alta energía. La ICPS generará 110,093 newtons (24,750 lb) de empuje. El impulso fuerte en el espacio proviene de un motor RL-10, que fue el primer motor de hidrógeno-oxígeno líquido de la nación utilizado en las etapas superiores del programa Apollo-Saturno.



Motor RS-25 sometido a una prueba de fuego en caliente. (NASA)

## Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial



Cuatro motores RS-25 que impulsarán el Sistema de Lanzamiento Espacial. (Aerojet Rocketdyne/NASA)

Mientras avanza el trabajo en el Bloque 1 inicial del SLS, un equipo de desarrollo avanzado está invirtiendo en nuevos sistemas y tecnologías que harán que el SLS sea aún más potente, al tiempo que se mejora su asequibilidad y se aumenta su fiabilidad. Este enfoque flexible y evolucionado permite que el SLS lleve a cabo una amplia variedad de misiones más pronto, mientras aumenta gradualmente la potencia del vehículo.

Las futuras configuraciones del SLS incluirán el EUS, de mayor tamaño, para llevar a cabo misiones humanas y robóticas más capaces en el espacio profundo. El EUS reemplazará al ICPS del Bloque 1 y utilizará un tanque de hidrógeno líquido delantero de 8.4 metros (27.6 pies) de diámetro y un tanque de oxígeno líquido de menor diámetro.

Para alcanzar todo el potencial del SLS se necesitarán muchas tecnologías avanzadas, incluidos propulsores con un aumento significativo del rendimiento respecto a los actuales. La NASA ha colaborado con equipos de la industria para investigar los beneficios, las nuevas tecnologías y las estrategias para los propulsores avanzados líquidos y sólidos que reduzcan los riesgos al tiempo que mejoren la asequibilidad, la confiabilidad y cumplan los objetivos de rendimiento del futuro.

## SISTEMA DE LANZAMIENTO ESPACIAL

### Etapa provisional de propulsión criogénica

El **ICPS** es el sistema basado en oxígeno líquido e hidrógeno líquido que dará a Orión el gran impulso espacial necesario para volar más allá de la Luna.



Infografía que muestra la etapa de propulsión criogénica provisional (ICPS).



Representación artística del despegue del Sistema de Lanzamiento Espacial. (NASA)

## PROPULSORES 101\*

O: Lo que realmente debe saber sobre los propulsores de cohetes sólidos del SLS.

La torre de propulsores **17 plantas.**  
Es más alto que la Estatua de la Libertad desde la base hasta la antorcha.

Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio

Una vez ensamblado, cada propulsor pesará más de **1,6 millones de libras.**

Los propulsores han sido diseñados por los ingenieros para ser **RÁPIDOS Y POTENTES**, proporcionando **2 MINUTOS de PURA ALEGRÍA** y más del **75 %** del empuje total en el despegue.

**CADA PROPULSOR** quema **6 toneladas** de propelente sólido **CADA SEGUNDO...**

...y genera un **EMPUJE MÁXIMO** de **3,6 millones de libras.**

El propulsor de cohetes sólidos del SLS tiene **3** conjuntos:

Conjunto frontal

- El conjunto frontal incluye la tapa de la nariz y el faldón delantero. El faldón delantero alberga la electrónica y tiene el punto de conexión crítico que lleva la mayor parte de las fuerzas al cohete durante el lanzamiento.

Conjunto del motor

- El conjunto del motor tiene **5 SEGMENTOS** llenos de propelente con la consistencia de un borrador de lápiz.

Conjunto de popa

- El conjunto de popa, o parte posterior, contiene la falda de popa y el sistema de control del vector de empuje, que mueve la tobera para dirigir el vehículo.

**PROPULSOR MÁS GRANDE. MISIONES MÁS INTENSAS.**  
[www.nasa.gov/SLS](http://www.nasa.gov/SLS)

# #SLSFIREDUP

Infografía que resume las características de los propulsores de combustible sólidos del Sistema de Lanzamiento Espacial.

## Actividad uno: Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras

### Notas para el educador

#### Desafío

Los estudiantes trabajarán en parejas o en pequeños equipos para diseñar aletas para un cohete de polietileno con el fin de aumentar su estabilidad.

#### Tiempo sugerido

60 a 90 minutos

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Aplicar los pasos del proceso de diseño de ingeniería para completar con éxito un desafío de equipo:
- Diseñar, construir y probar su propio cohete de polietileno.
- Recoger datos para compararlos con otros grupos.
- Mejorar el diseño de las aletas para aumentar la estabilidad del cohete.
- Comprender la relación entre la estabilidad de un cohete y su trayectoria.

#### Conexión curricular

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinares</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-PS2-2 Movimiento y Estabilidad: Fuerzas e interacciones: Planificar una investigación para proporcionar evidencia de que el cambio en el movimiento de un objeto depende de la suma de las fuerzas sobre el objeto y la masa del objeto.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– PS2.A: Fuerzas y movimiento: El movimiento de un objeto está determinado por la suma de las fuerzas que actúan sobre él; si la fuerza total sobre el objeto no es cero, su movimiento cambiará. Cuanto mayor sea la masa del objeto, mayor será la fuerza necesaria para lograr el mismo cambio de movimiento. Para cualquier objeto dado, una fuerza mayor provoca un cambio mayor en el movimiento.</li> </ul> </li> <li>• MS-ETS1-1 Diseño de ingeniería: definir los criterios y las restricciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución exitosa, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los posibles efectos en las personas y el medio natural que pueden limitar las posibles soluciones.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.A: Definir y delimitar los problemas de ingeniería: cuanto más precisamente se puedan definir los criterios y restricciones de una tarea de diseño, más probable será que la solución diseñada tenga éxito. La especificación de las restricciones incluye la consideración de los principios científicos y otros conocimientos relevantes que probablemente limiten las posibles soluciones.</li> </ul> </li> <li>• MS-ETS1-3 Diseño de ingeniería: analizar los datos de las pruebas para determinar similitudes y diferencias entre varias soluciones de diseño para identificar las mejores características de cada una que se puedan combinar en una nueva solución para cumplir mejor con los criterios de éxito.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.B: Desarrollo de posibles soluciones: existen procesos sistemáticos para evaluar soluciones con respecto a lo bien que cumplen con los criterios y restricciones de un problema. A veces se pueden combinar partes de diferentes soluciones para crear una solución que sea mejor que cualquiera de sus predecesoras.</li> <li>– ETS1.C: Optimización de la solución de diseño: aunque un diseño no sea el mejor en todas las pruebas, la identificación de las características del diseño que mejor funcionó en cada prueba puede proporcionar información útil para el proceso de rediseño, es decir, algunas de esas características pueden incorporarse en el nuevo diseño.</li> </ul> </li> <li>• MS-ETS1-4 Diseño de ingeniería: desarrollar un modelo para generar datos para la prueba iterativa y la modificación de un objeto, una herramienta o un proceso propuestos de modo que se pueda lograr un diseño óptimo.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.B: Desarrollo de posibles soluciones: una solución debe probarse y luego modificarse en función de los resultados de las pruebas para mejorarla. Los modelos de todo tipo son importantes para probar soluciones.</li> <li>– ETS1.C: Optimización de la solución de diseño: el proceso iterativo de probar las soluciones más prometedoras y modificar lo propuesto en base a los resultados de las pruebas conduce a un mayor refinamiento y, en última instancia, a una solución óptima.</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causa y efecto: los eventos tienen causas, a veces simples, a veces multifacéticas. Descifrar las relaciones causales y los mecanismos por los que median es una de las principales actividades de la ciencia y la ingeniería.</li> <li>• Sistema y modelos de sistemas: un sistema es un grupo organizado de objetos o componentes relacionados. Se pueden usar modelos para comprender y predecir el comportamiento de los sistemas.</li> <li>• Estructura y función: la forma en que se forma o estructura un objeto determina muchas de sus propiedades y funciones.</li> <li>• Interdependencia de ciencias, ingeniería y tecnología: los avances de la ingeniería han llevado a importantes descubrimientos en prácticamente todos los campos de la ciencia, y los descubrimientos científicos han llevado al desarrollo de industrias enteras y sistemas de ingeniería.</li> </ul> <p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular preguntas y definir problemas: una práctica de la ciencia es formular y perfeccionar preguntas que conduzcan a descripciones y explicaciones de cómo funcionan el mundo natural y el diseñado y que puedan probarse empíricamente.</li> <li>• Desarrollo y uso de modelos: una práctica tanto de la ciencia como de la ingeniería es usar y construir modelos como herramientas útiles para representar ideas y explicaciones. Estas herramientas incluyen diagramas, dibujos, réplicas físicas, representaciones matemáticas, analogías y simulaciones por computadora.</li> <li>• Análisis e interpretación de datos: las investigaciones científicas producen datos que deben analizarse para obtener significado. Debido a que los patrones y las tendencias de los datos no siempre son obvios, los científicos utilizan una variedad de herramientas, que incluyen la tabulación, la interpretación gráfica, la visualización y el análisis estadístico, para identificar las características y los patrones significativos en los datos. Los científicos identifican las fuentes de error en las investigaciones y calculan el grado de certeza de los resultados. La tecnología moderna facilita mucho la recopilación de grandes conjuntos de datos, y proporcionan fuentes secundarias para el análisis.</li> <li>• Uso de las matemáticas y el pensamiento computacional: tanto en ciencia como en ingeniería, las matemáticas y la computación son herramientas fundamentales para representar variables físicas y sus relaciones. Se utilizan para una variedad de tareas, como la construcción de simulaciones; análisis estadístico de datos; y reconocer, expresar y aplicar relaciones cuantitativas.</li> <li>• Explicaciones de construcción y soluciones de diseño: los productos de la ciencia son explicaciones y los productos de la ingeniería son soluciones.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructor de conocimiento: los estudiantes seleccionan críticamente una variedad de recursos utilizando herramientas digitales para construir conocimiento, producir artefactos creativos y crear experiencias de aprendizaje significativas para ellos mismos y para otros.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– 3d: los estudiantes desarrollan conocimientos explorando activamente problemas y cuestiones del mundo real, desarrollando ideas y teorías y buscando respuestas y soluciones.</li> </ul> </li> <li>• Diseñador de innovación: los estudiantes usan 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><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 4c: los estudiantes desarrollan, prueban y refinan prototipos como parte de un proceso cíclico de diseño.</li> <li>• Colaborador mundial: los estudiantes usan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje al colaborar con otros y trabajar de manera efectiva en equipos a nivel local y global.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– 7c: los estudiantes contribuyen constructivamente a los equipos de proyectos, asumiendo varias funciones y responsabilidades para trabajar de manera efectiva hacia un objetivo común.</li> </ul> </li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP1: dar sentido a los problemas y perseverar en resolverlos.</li> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.MP3: construir argumentos viables y criticar el razonamiento de los demás.</li> </ul>	<p><i>Prácticas matemáticas (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP5: utilizar las herramientas apropiadas estratégicamente.</li> </ul>

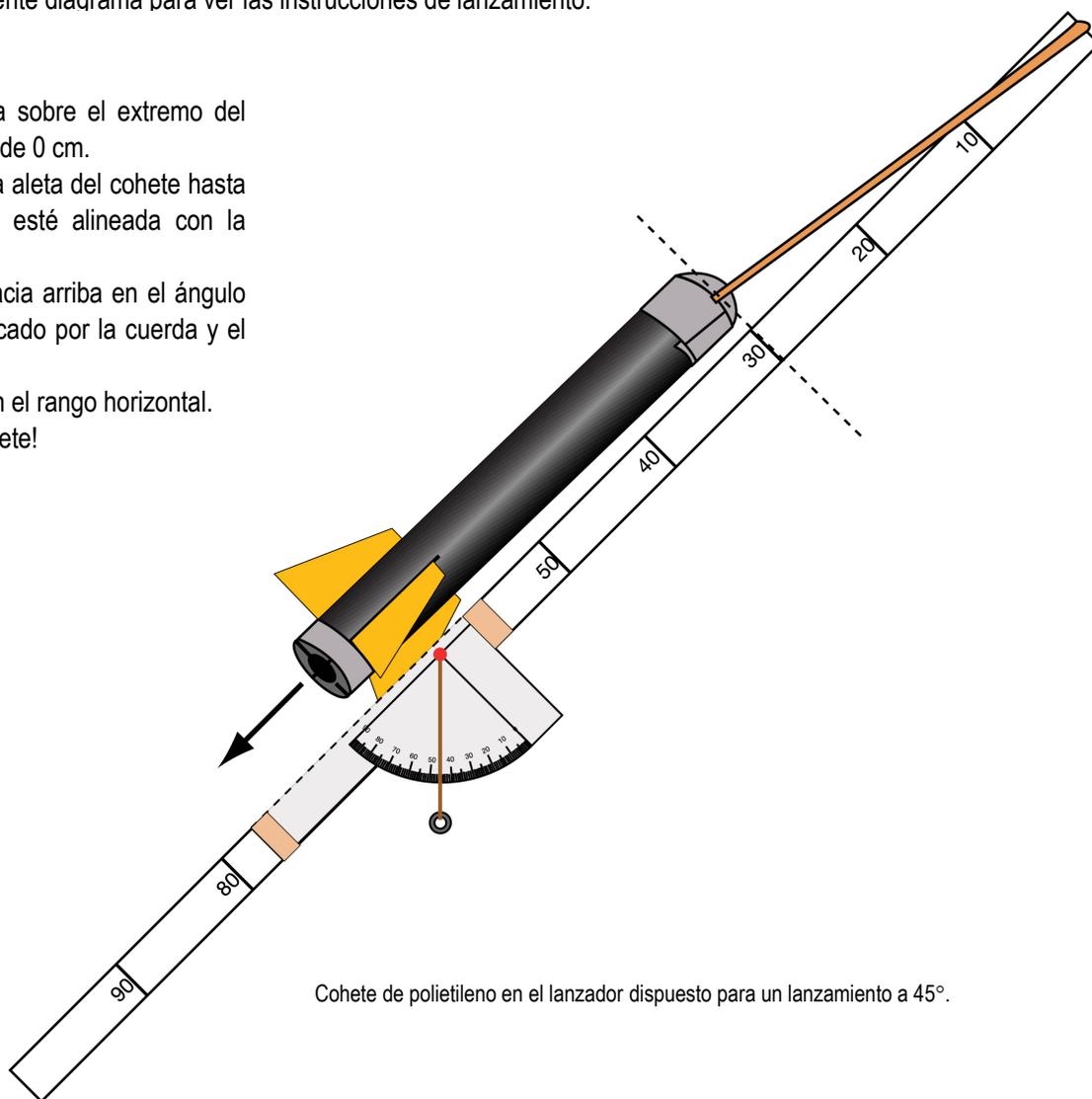
## Tiempo de preparación

### 30 minutos

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas para el educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Reúna y prepare todos los suministros enumerados en la lista de materiales.
- Si presenta videos o recursos basados en la web, pruebe los enlaces y la tecnología del aula con anticipación.
- Prepare un área para lanzar los cohetes con poco o nada de viento. Lo ideal es un gimnasio o un pasillo amplio con un techo alto. La actividad puede realizarse en el exterior, pero la trayectoria del cohete se ve afectada por el viento.
- Prepare el rango horizontal. Fije una cinta métrica larga, un cordel o cuerda con marcas, a lo largo del suelo en línea recta para indicar la trayectoria prevista del cohete. Los equipos lanzarán desde el principio del campo de lanzamiento e intentarán que su cohete aterrice lo más cerca posible de esta línea.
- Arme el lanzador con anticipación con las siguientes instrucciones:
  1. Imprima la plantilla del cuadrante del lanzador en papel cartulina. (La plantilla se proporciona al final de las Notas para el educador).
  2. Recorte la plantilla y dóblela por la línea discontinua.
  3. Pegue el cuadrante a la regla con el punto negro directamente sobre la marca de 60 cm en la regla.
  4. Presione una tachuela en el punto negro.
  5. Ate una cuerda a la tachuela y cuelgue un peso pequeño (por ejemplo, una tuerca o una arandela) en la cuerda. El peso debe balancearse libremente. Según el tamaño de su clase, es posible que desee crear más de un lanzador.
  6. Consulte el siguiente diagrama para ver las instrucciones de lanzamiento.

### Uso del lanzador

1. Ate la banda elástica sobre el extremo del lanzador en la marca de 0 cm.
2. Tire del extremo de la aleta del cohete hasta que la punta cónica esté alineada con la marca de 30 cm.
3. Inclíne el lanzador hacia arriba en el ángulo elegido según lo indicado por la cuerda y el peso en el cuadrante.
4. Alinee el lanzador con el rango horizontal.
5. ¡Suelte y lance el cohete!



Cohete de polietileno en el lanzador dispuesto para un lanzamiento a 45°.

# Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

## Materiales

- Aislamiento de tubería de polietileno de 1/2 pulgada (una pieza de 30 cm por equipo)
- Bandas elásticas (talla 64)
- bandeja para alimentos de poliestireno, cartón o una cartulina rígida
- Cinta para ductos
- Tijeras
- Copias del Folleto para el estudiante y papel en blanco
- Regla
- Cinta adhesiva
- Cuadritos adhesivos
- Arandela o tuerca
- Cintas métricas largas o rueda medidora (utilizada para indicar el rango horizontal del cohete y para medir las distancias hasta donde aterrizó el cohete)
- Lentes de seguridad
- Plantilla del cuadrante del lanzador impresa en cartulina

## Presente el desafío

- Proporcione el contexto para esta actividad utilizando la información en la sección Introducción y antecedentes de esta guía. Hable sobre lo que significa que los cohetes sean estables o inestables y cómo la estabilidad del cohete afectará su trayectoria prevista. Explique que las aletas bien diseñadas aumentarán la estabilidad de un cohete y crearán una resistencia aerodinámica mínima.
- Explique la función de los ingenieros en el diseño de tecnología para resolver problemas. Comparta el video [Introducción a la ingeniería](#) de NASA for Kids y presente el proceso de diseño de ingeniería.
- Presente cualquier terminología nueva (por ejemplo, aerodinámica, resistencia, alcance, estabilidad y trayectoria).
- Recuerde a los estudiantes la seguridad en el laboratorio (por ejemplo, usar protección para los ojos y no permanecer frente al cohete durante el lanzamiento).
- Distribuya el Folleto para el estudiante, hojas en blanco y explique el desafío y cualquier restricción de diseño.

## Restricciones de diseño

1. Cada equipo recibirá los mismos materiales e instrucciones para construir un cohete de polietileno y aletas. Cada equipo deberá diseñar sus propias aletas, eligiendo el tamaño, la forma y el perfil.
2. Cada equipo debe seguir las instrucciones para lanzar un cohete de polietileno que aterrice en el campo de lanzamiento lo más cerca posible de la trayectoria planificada.
  - La trayectoria planificada es el rango horizontal indicado por la cinta métrica larga. La trayectoria real es la distancia en línea recta desde el extremo del lanzador hasta el lugar donde aterriza el cohete. Cuanto más estable sea el cohete, menos se desviará de su trayectoria planificada y más cerca aterrizará de la cinta métrica.

## Presente el desafío

### Preguntar, imaginar y planificar

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de análisis:

- ¿Qué problemas u obstáculos anticipan durante este desafío?
- ¿Qué ideas tienen para el diseño de sus aletas?
- ¿Qué fuerzas físicas entrarán en juego durante este desafío?
- ¿Cuál es el medio de propulsión del cohete de polietileno?

## Comparta con los estudiantes



### Estimulante cerebral

El lanzamiento del SLS se basa en la tercera ley del movimiento de Newton, que establece que para cada acción hay una reacción igual y opuesta. Los motores de cohetes RS-25 producen empuje con propulsores de hidrógeno y oxígeno líquido. Cuando los propulsores se queman, los gases calientes fluyen a través de una tobera y se aceleran fuera del motor. Como reacción, se produce una fuerza de empuje en la dirección opuesta a la de los gases que escapan, lanzando el SLS al espacio.

Más información:

<https://blogs.nasa.gov/Rocketology/tag/newtons-third-law/>



### En el lugar

Un par de enormes máquinas llamadas transportadores de orugas han transportado cohetes y naves espaciales a la plataforma de lanzamiento en el Centro Espacial Kennedy de la NASA en Florida durante más de 50 años. Cada uno es del tamaño de un campo de béisbol. Impulsados por motores de locomotoras y grandes generadores de energía eléctrica, estos transportadores de orugas están listos para continuar con el trabajo de la próxima generación de vehículos de lanzamiento para llevar a los astronautas al espacio.

Más información:

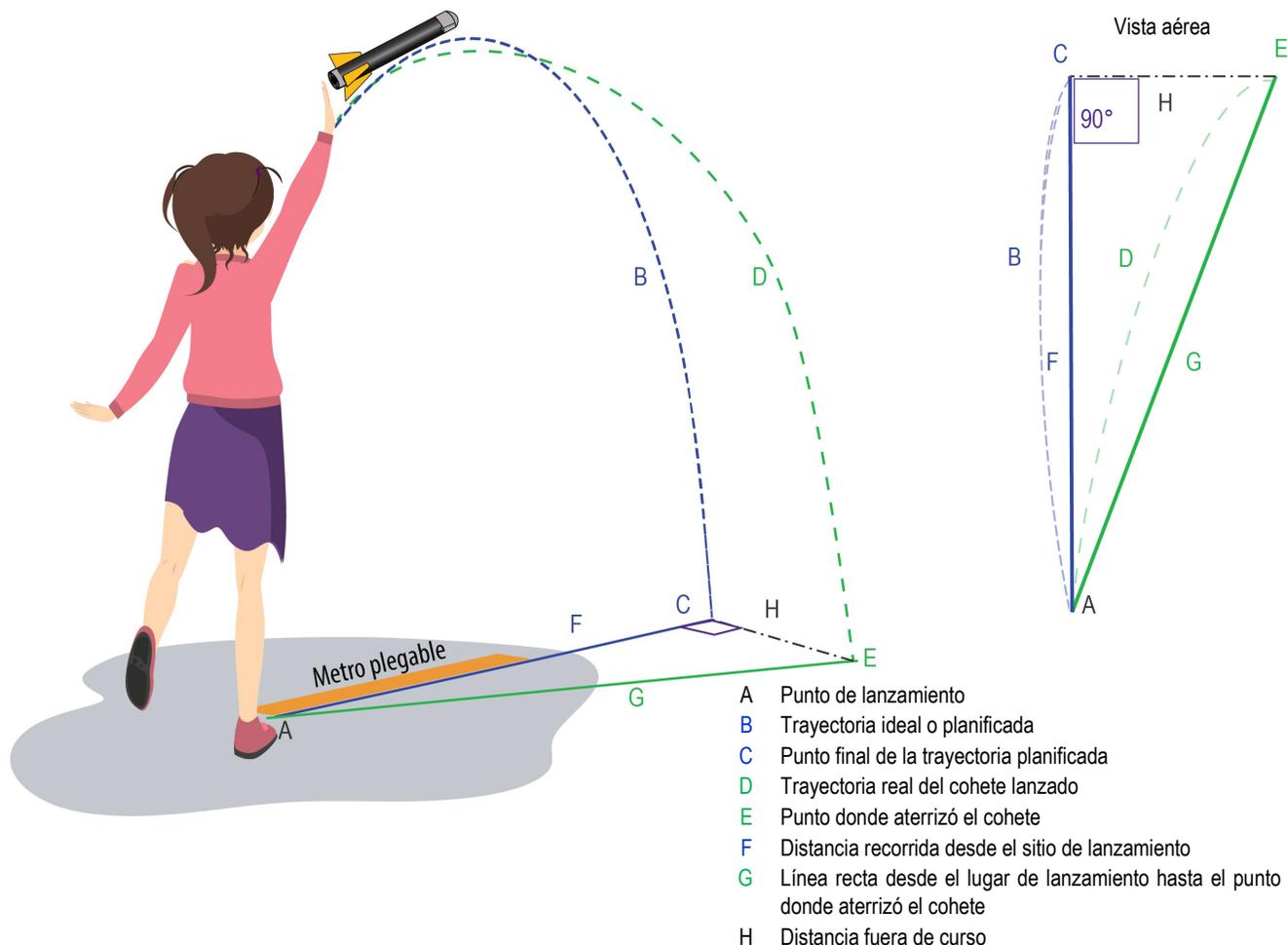
<https://www.nasa.gov/content/the-crawlers>

## Crear

- Cada equipo construirá un cohete de polietileno siguiendo las instrucciones del Folleto para el estudiante.
- Es posible que los alumnos necesiten ayuda para hacer pares de aletas "anidadas". Explique que las muescas están en los extremos opuestos de la aleta (arriba y abajo) y demuestre cómo se deslizan las dos piezas para formar cuatro aletas.

## Probar:

1. Demuestre la técnica de lanzamiento adecuada.
  - Cada equipo lanzará su cohete tres veces en tres ángulos diferentes ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $60^\circ$ ).
  - Al lanzar el cohete de polietileno, tire del cohete hacia atrás hasta que el cono de la nariz esté en la marca de 30 cm, incline el lanzador al ángulo correcto para cada prueba y asegúrese de que el lanzador esté alineado con el rango horizontal o la línea recta que indica la trayectoria prevista para el cohete. Los equipos lanzarán desde el principio del campo de lanzamiento e intentarán que su cohete aterrice lo más cerca posible de esta línea.
  - Para mantener la consistencia, considere la posibilidad de colocar el borde inferior del lanzador sobre una mesa para garantizar que la altura de lanzamiento vertical permanezca constante.
2. Demuestre la técnica de medición adecuada.
  - Los equipos medirán y registrarán dos distancias.
  - En primer lugar, encontrarán la **distancia de alcance descendente (segmento de línea F)**, o la distancia que el cohete recorrió horizontalmente desde la parte delantera del lanzador hasta el punto en el que el cohete tocó por primera vez el suelo antes de deslizarse o rebotar.
  - En segundo lugar, encontrarán la **distancia fuera de curso (segmento de línea H)**, o qué tan lejos se desvió el cohete de la trayectoria planificada. Esto también se mide desde el punto en el que el cohete tocó por primera vez el suelo antes de deslizarse o rebotar. Recuerde a los estudiantes que para medir la distancia entre un punto y una línea, deben encontrar el segmento de línea perpendicular que une ambos.



# Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

## Mejorar

- Dele a cada equipo suministros adicionales para rediseñar y construir otro juego de aletas. Pídale que consideren la estabilidad y la trayectoria de su primer conjunto de lanzamientos y que piensen en las mejoras que podrían hacerse en el diseño de sus aletas.
- Discuta las diferentes variables que pueden afectar en sus resultados, incluida la elasticidad de la banda elástica.
- El objetivo es aumentar la estabilidad de su cohete, que se mide por lo cerca que están de aterrizar cerca de la cinta métrica o la regla métrica sin una disminución significativa en el alcance de su cohete o qué tan lejos viajó el cohete desde el punto de lanzamiento.
- Los equipos repetirán los pasos 4 a 6 del procedimiento de construcción de cohetes, realizarán tres lanzamientos y luego compararán los resultados de sus aletas rediseñadas con los resultados de su diseño original.

## Compartir

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de análisis:

- ¿Por qué era importante lanzar desde diferentes ángulos en las pruebas?
- ¿Sus aletas rediseñadas mejoraron la estabilidad de su cohete en los tres lanzamientos de prueba? Si no es así, ¿por qué?
- ¿Qué compensaciones o compromisos tuvieron que hacer en el diseño de sus aletas?
- ¿Cuál fue la solución más innovadora de la clase?

## Extensiones

- Deje tiempo para iteraciones adicionales del proceso de diseño de ingeniería.
- Pida a los estudiantes que consideren el centro de masa e investiguen cómo afecta la estabilidad del cohete.
- Mida las dimensiones de cada aleta y use la geometría para encontrar el área. Reúna los datos de toda la clase. Trace un gráfico que compare el área de una aleta con la distancia horizontal recorrida por cada cohete.
- Para estudiantes avanzados, aplique las reglas de seno, coseno o tangente para encontrar el ángulo CAE (en grados) entre la trayectoria prevista y la trayectoria real del cohete. Al encontrar el ángulo CAE, los equipos pueden comparar los resultados entre diferentes diseños de aletas, ángulos de lanzamiento, etc.
- Para los estudiantes avanzados, capture un video del lanzamiento y use la herramienta de modelado y análisis de video Tracker de código abierto (<https://physlets.org/tracker>) para recopilar datos sobre la posición, la velocidad o la aceleración.

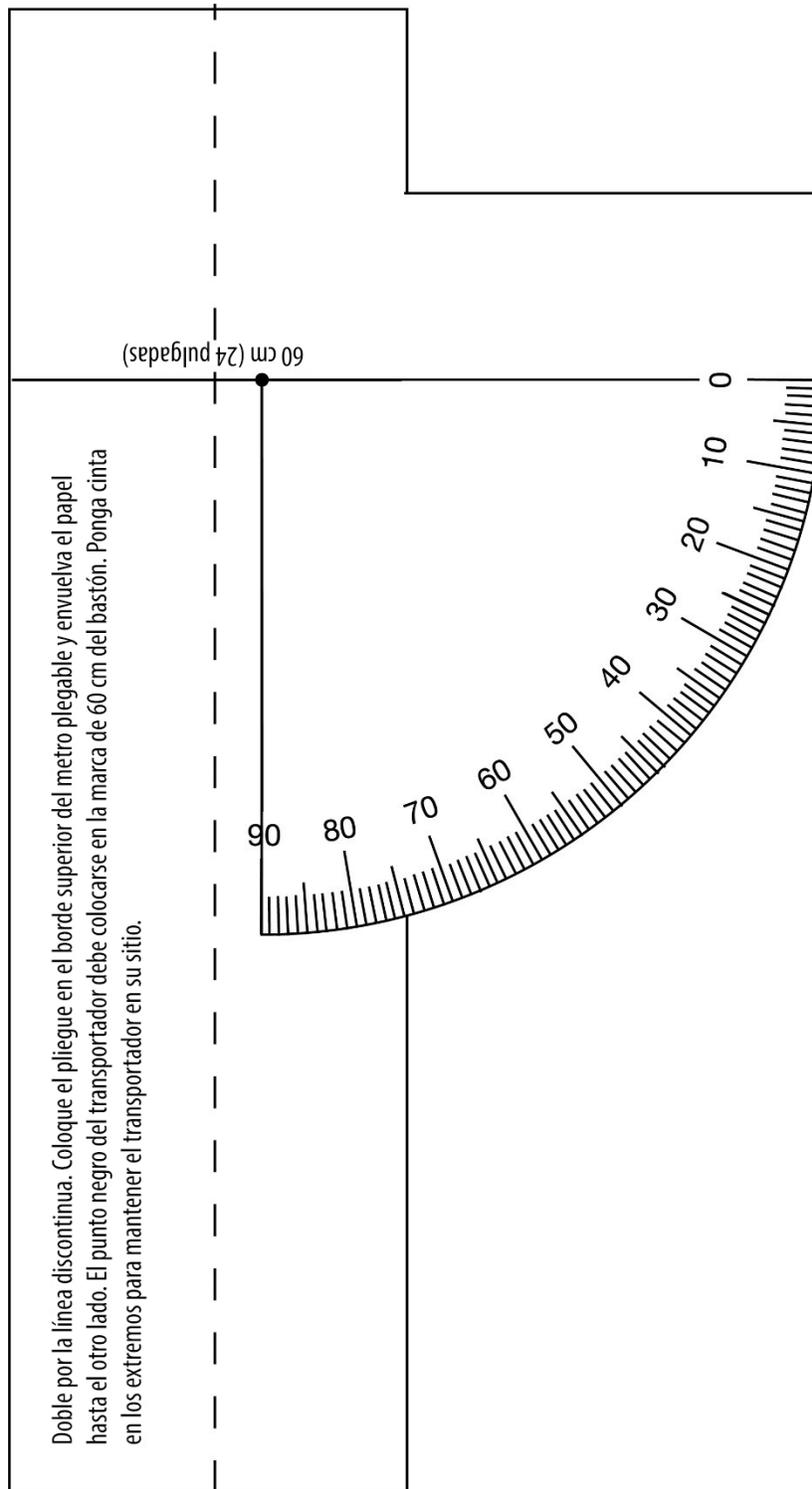
## Referencia

Modificado del texto Rocket Activity: Foam Rocket. [https://www.nasa.gov/pdf/295787main\\_Rockets\\_Foam\\_Rocket.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/295787main_Rockets_Foam_Rocket.pdf)

## Recursos adicionales

- Video: The Hardware for NASA's Artemis 1 Mission Comes Together. [El hardware de la misión Artemis 1 de la NASA está listo] <https://www.youtube.com/watch?v=Gdu1ROHLDrk>
- 3,2,1 ... Lift-Off of the Artemis 1 Mission to the Moon. [3,2,1... Despegue de la Misión Artemisa 1 a la Luna] <https://www.youtube.com/watch?v=7VvozsSG23w>
- Insignia digital: Aprendizaje STEM de la NASA en línea <https://www.txstate-epdc.net/digital-badging/>

Plantilla del cuadrante del lanzador  
(Tamaño real)



# Actividad uno: Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras

## Folleto para el estudiante

### Su Desafío

Diseñar aletas para un cohete de polietileno para aumentar su estabilidad.

### Restricciones de diseño

1. Solo se permite utilizar los materiales proporcionados por su maestro. Debes seguir las instrucciones para construir el cohete de polietileno. Sin embargo, su equipo debe diseñar sus propias aletas, eligiendo el tamaño, la forma y el perfil.
2. Tu equipo debe seguir las instrucciones para lanzar un cohete de polietileno que aterrice en el campo de lanzamiento lo más cerca posible de la trayectoria prevista.
  - La trayectoria planificada es el rango horizontal indicado por la cinta métrica larga. La trayectoria real es la distancia en línea recta desde el extremo del lanzador hasta el lugar donde aterriza el cohete. Cuanto más estable sea el cohete, menos se desviará de su trayectoria planificada y más cerca aterrizará de la cinta métrica.

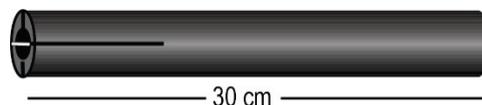
### Preguntar, imaginar y planificar

- ¿Cómo crees que el tamaño, la forma, el peso o la ubicación de las aletas de un cohete pueden afectar su estabilidad?
- ¿Cómo afecta la estabilidad del cohete a la trayectoria?
- ¿Qué preguntas tienes sobre el reto de hoy?

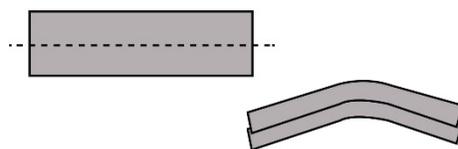
### Crear

Tu equipo construirá un cohete de polietileno utilizando los siguientes procedimientos. Debe seguir los procedimientos cuidadosamente, junto con cualquier instrucción adicional de tu maestro.

1. Corta cuatro ranuras equidistantes en un extremo del tubo de polietileno. Las ranuras deben ser de aproximadamente 12 centímetros de largo. Las aletas se montarán a través de estas ranuras.



2. Corta aproximadamente 12 centímetros de cinta para ductos por la mitad para hacer dos piezas de 12 centímetros de largo. Coloca una pieza sobre la otra, con el lado adhesivo contra el lado brillante, para que la cinta sea doblemente resistente.



### Dato curioso

El profesor universitario y científico estadounidense Robert Goddard construyó y voló el primer cohete con propelente líquido del mundo el 16 de marzo de 1926. Aunque su vuelo fue poco impresionante, pues sólo ascendió 12.5 metros, fue el precursor del cohete lunar Saturno V 43 años después.

Más información:

[https://www.nasa.gov/centers/goddard/about/history/dr\\_goddard.html](https://www.nasa.gov/centers/goddard/about/history/dr_goddard.html)

### Esquina profesional

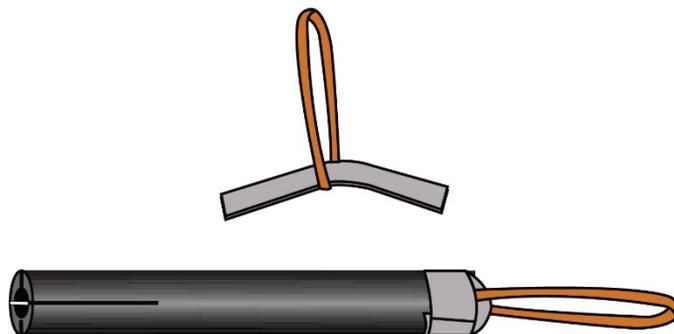
¡Somos la NASA! El poder del espíritu de equipo en la NASA es lo que nos hace avanzar. La gente de la NASA tiene una amplia variedad de conocimientos y habilidades. Cada miembro del equipo del SLS aporta una pieza esencial del rompecabezas para garantizar el éxito de la misión. Te invitamos a explorar varios perfiles profesionales que ayudarán a lanzar el SLS a una era completamente nueva de exploración lunar y nos ayudarán a aprender lo que necesitamos para enviar astronautas a Marte de forma segura.

Más información:

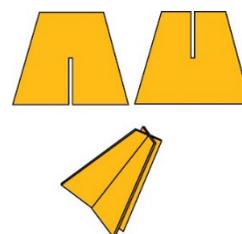
<https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/profiles.html>

## Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

- Introduce la cinta adhesiva en el aro de la banda elástica y pega la cinta adhesiva en el extremo de la punta del cohete (del lado opuesto al extremo con las aletas). Presiona la cinta firmemente y refuérzala con otro trozo de cinta adhesiva para que cubra el rededor del tubo de polietileno.



- Diseña los pares de aletas dibujándolos en tu propia hoja de papel.
- Crea los pares de aletas usando una bandeja para alimentos de poliestireno, cartón o cartulina rígida u otros materiales proporcionados por tu maestro. Los dos pares de aletas deben tener muescas para que puedan "anidar" o deslizarse juntos, como se muestra aquí. Se pueden usar diferentes formas de aletas, pero aun así se deben anidar juntas.
- Anida con cuidado los pares de aletas y ajústalos hasta que estén uniformes y en ángulo recto entre sí. Luego desliza las aletas anidadas en las ranuras cortadas en la parte trasera del cohete.



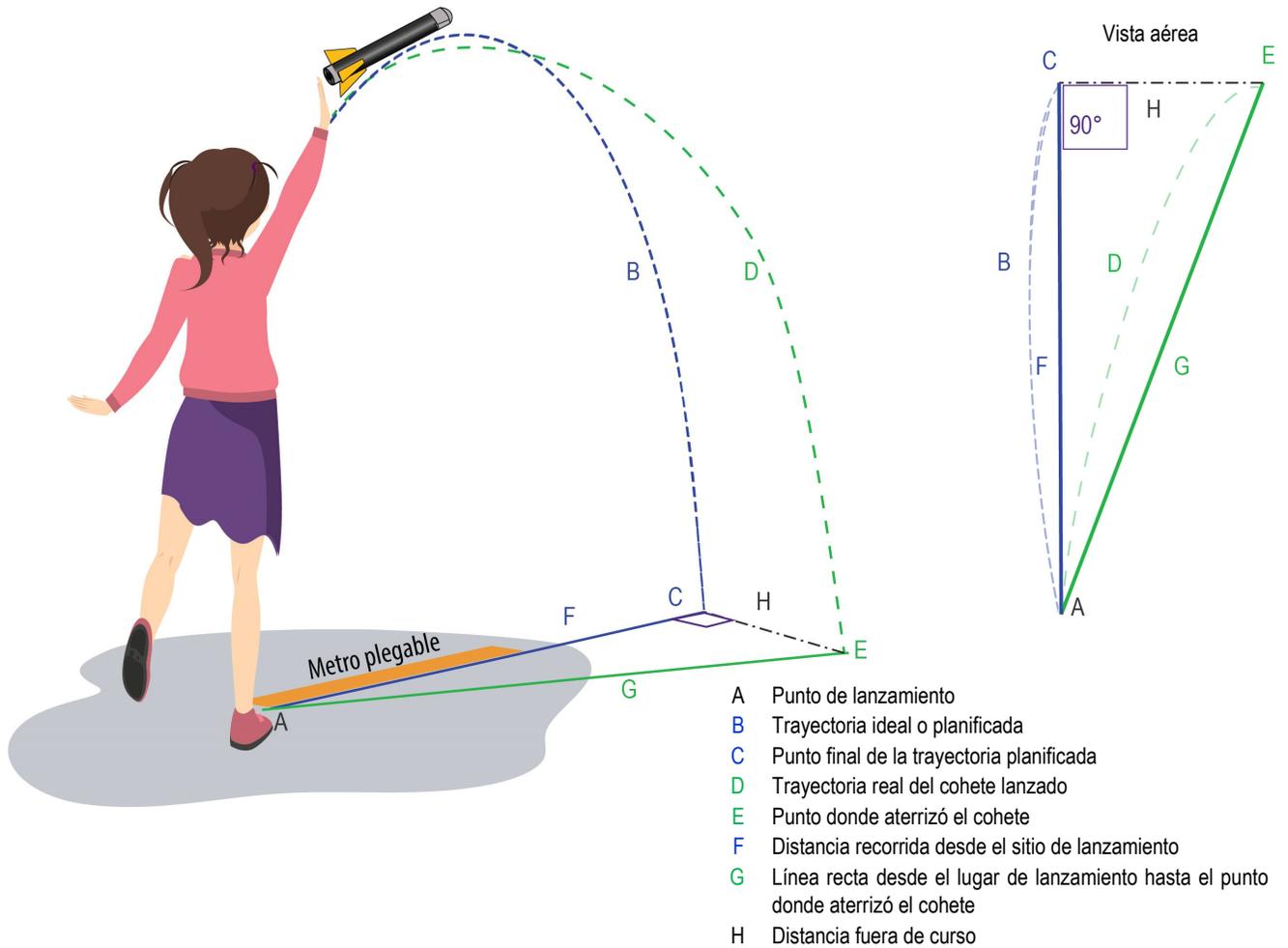
- Utiliza un trozo de cinta para ductos alrededor del extremo del tubo de polietileno para asegurar las aletas. El cohete está terminado y listo para ser lanzado.



### Probar:

- En una hoja de papel, haz una tabla para las Pruebas de lanzamiento de diseño de aletas como la que se muestra a continuación para registrar los resultados de tus pruebas.
- Sigue las instrucciones de tu profesor para lanzar el cohete en el ángulo correcto. Esta será la Prueba 1.
- Trata de lanzar tu cohete lo más exacto posible en línea recta con la cinta métrica o regla. Esta es la trayectoria planificada a lo largo del rango horizontal. Consulta el diagrama de lanzamiento para ayudar a determinar tus medidas.
- Después de cada lanzamiento, registra la distancia que alcanzó (Segmento de línea F), o la distancia que su cohete viajó horizontalmente desde la parte delantera del lanzador (Punto A) hasta el punto más lejano a lo largo de la trayectoria planificada (Punto C). Este punto estará en línea recta desde el lugar donde el cohete tocó por primera vez el suelo (Punto E) antes de deslizarse o rebotar.
- A continuación, mide la distancia que se desvió (segmento de línea H), o lo lejos que el cohete estuvo de la trayectoria planificada. Esta es la distancia más corta entre la cinta métrica (Punto C) y el punto donde el cohete golpeó el suelo por primera vez (Punto E) antes de deslizarse o rebotar.
- Toma notas de cualquier cosa que hayas observado sobre la estabilidad y la trayectoria de tu cohete.

# Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial



## Pruebas de lanzamiento del diseño de las aletas

	Ángulo de despegue, grados	Distancia recorrida desde el sitio de lanzamiento (Segmento de línea F)	Distancia fuera de curso (Segmento de línea H)	Notas
<b>Prueba 1 (primer diseño de aleta)</b>	30			
	45			
	60			
<b>Prueba 2 (Aletas rediseñadas)</b>	30			
	45			
	60			

## Mejorar

El propósito de las aletas de un cohete es aumentar la estabilidad del mismo y mantener su trayectoria en curso. Sin embargo, las aletas también pueden crear una resistencia aerodinámica que puede ralentizar el cohete y afectar su alcance. Tu objetivo es rediseñar tus aletas para mejorar el rendimiento de tu cohete, indicado por su capacidad para mantenerse en curso con poco o ningún impacto en la distancia recorrida.

1. Dibuja tus aletas rediseñadas en el papel proporcionado por tu maestro. Indica cómo hacer las muescas para que sus pares de aletas encajen juntas.
2. Retira las aletas originales y repite los pasos 5 a 7 de la sección **Crear**.
3. Después de instalar las aletas rediseñadas, repite los lanzamientos de prueba. Esta será la Prueba 2.
4. Registra los resultados de la Prueba 2 en tu tabla de Pruebas de lanzamiento.
5. Crea una tabla de comparación de pruebas de lanzamiento como la siguiente y utilízala para comparar los resultados de tus dos conjuntos de lanzamientos.

**Comparación de pruebas de lanzamiento**

Ángulo de despegue, grados	Qué cohete (Prueba 1 o 2) alcanzó una mayor distancia?	¿Por cuánto?	¿Qué cohete se desvió más de su curso?	¿Por cuánto?	¿Fueron las aletas rediseñadas una mejora general para este ángulo de lanzamiento? ¿Por qué sí o por qué no?
30					
45					
60					

## Compartir

- ¿Por qué era importante lanzar desde diferentes ángulos en las pruebas?
- ¿Sus aletas rediseñadas mejoraron la estabilidad de su cohete en los tres lanzamientos de prueba? Si no es así, ¿por qué?
- ¿Qué compensaciones o compromisos tuvieron que hacer en el diseño de sus aletas?
- ¿Cuál fue la solución más innovadora de la clase?

# Actividad dos: Seguimiento de la altitud de un cohete

## Notas para el educador

### Desafío

Los estudiantes construirán y usarán un rastreador de altitud y una calculadora de altitud para estimar la altura de un cohete en el apogeo (el punto más alto de la trayectoria del cohete).

### Tiempo sugerido

120 minutos

### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Construir y usar un rastreador de altitud para recopilar y analizar los datos del vuelo de un cohete.
- Construir y usar una calculadora de altitud para estimar la altura de un cohete en el apogeo.
- Usar una tabla de tangentes para estimar la altura del cohete en el apogeo y comparar el resultado con el de la calculadora de altitud.

### Conexión curricular

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdependencia de ciencias, ingeniería y tecnología: los avances de la ingeniería han llevado a importantes descubrimientos en prácticamente todos los campos de la ciencia, y los descubrimientos científicos han llevado al desarrollo de industrias enteras y sistemas de ingeniería.</li> </ul> <p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis e interpretación de datos: las investigaciones científicas producen datos que deben analizarse para obtener significado. Debido a que los patrones y las tendencias de los datos no siempre son obvios, los científicos utilizan una variedad de herramientas, que incluyen la tabulación, la interpretación gráfica, la visualización y el análisis estadístico, para identificar las características y los patrones significativos en los datos. Los científicos identifican las fuentes de error en las investigaciones y calculan el grado de certeza de los resultados. La tecnología moderna facilita mucho la recopilación de grandes conjuntos de datos, y proporcionan fuentes secundarias para el análisis.</li> </ul>	<p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de las matemáticas y el pensamiento computacional: tanto en ciencia como en ingeniería, las matemáticas y la computación son herramientas fundamentales para representar variables físicas y sus relaciones. Se utilizan para una variedad de tareas, como la construcción de simulaciones; análisis estadístico de datos; y reconocer, expresar y aplicar relaciones cuantitativas.</li> <li>• Obtener, evaluar y comunicar información: Los científicos e ingenieros deben ser capaces de comunicar de manera clara y persuasiva las ideas y los métodos que generan. Criticar y comunicar ideas individualmente y en grupo es una actividad profesional fundamental.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructor de conocimiento: los estudiantes seleccionan críticamente una variedad de recursos utilizando herramientas digitales para construir conocimiento, producir artefactos creativos y crear experiencias de aprendizaje significativas para ellos mismos y para otros.</li> <li>– 3d: los estudiantes desarrollan conocimientos explorando activamente problemas y cuestiones del mundo real, desarrollando ideas y teorías y buscando respuestas y soluciones.</li> <li>• Pensador computacional: los estudiantes desarrollan y emplean estrategias para comprender y resolver problemas de manera que aprovechen el poder de los métodos tecnológicos para desarrollar y probar soluciones.</li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 5c: los estudiantes dividen los problemas en partes, extraen información clave y desarrollan modelos descriptivos para comprender sistemas complejos o facilitar la resolución de problemas.</li> <li>• Colaborador mundial: los estudiantes usan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje al colaborar con otros y trabajar de manera efectiva en equipos a nivel local y global.</li> <li>– 7c: los estudiantes contribuyen constructivamente a los equipos de proyectos, asumiendo varias funciones y responsabilidades para trabajar de manera efectiva hacia un objetivo común.</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Estándares de contenido por dominio</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.NS.B.3: sumar, restar, multiplicar y dividir con fluidez decimales de varios dígitos utilizando el algoritmo estándar para cada operación.</li> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.7.NS.A.2: aplicar y ampliar la comprensión previa de la multiplicación y la división y de las fracciones para multiplicar y dividir números racionales.</li> <li>– CCSS.MATH.CONTENT.7.NS.A.2.C: aplicar las propiedades de las operaciones como estrategias para multiplicar y dividir números racionales.</li> </ul>	<p><i>Estándares de contenido por dominio (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.7.NS.A.3: resolver problemas matemáticos y del mundo real que involucren las cuatro operaciones con números racionales.</li> </ul> <p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP4: demostrar con matemáticas.</li> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP5: utilizar las herramientas apropiadas estratégicamente.</li> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP6: prestar atención a la precisión.</li> </ul>

### Tiempo de preparación

15 minutos

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas para el educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Reúna y prepare todos los suministros enumerados en la lista de materiales.
- Imprima las dos plantillas para la calculadora de altitud en papel grueso o péguelas en una cartulina para cada equipo. (Las plantillas se proporcionan al final de las Notas para el educador).
- Un ayudante de maestro o un alumno mayor debe colocar la plantilla frontal de la calculadora de altitud en una superficie de corte y recortar las tres ventanas ovaladas. Lo mejor es un cuchillo afilado o una navaja.
- Los estudiantes construirán los rastreadores de altitud para esta actividad, por lo que no se necesita trabajo de preparación para este elemento.

- Determine qué actividad de cohetes le gustaría combinar con este desafío (por ejemplo, el cohete de polietileno de la Actividad uno, el cohete propulsado por agua de la Actividad cuatro, o la actividad en línea de la NASA Pop! Rocket).
- Coloque estaciones de seguimiento a intervalos de 5 metros desde el sitio de lanzamiento. Cuanto más potente sea el cohete, más lejos debe estar cada estación del lugar de lanzamiento. Dependiendo de la altitud esperada del cohete, la estación de seguimiento debe estar a 5, 15 o 30 metros de distancia. (Por lo general, una distancia de 5 metros es suficiente para cohetes de polietileno o Cohetes Pop! una distancia de 15 metros es suficiente para cohetes de agua y una distancia de 30 metros es suficiente para los cohetes modelo).

### Materiales

- Plantilla del rastreador de altitud
- Plantilla de la calculadora de altitud
- Copia de la tabla de tangentes
- Copias del Folleto para el estudiante y papel en blanco
- Hilo o cuerda ligera
- Cartón o cartulina
- Pegamento
- Cinta adhesiva transparente
- Arandelas pequeñas
- Pajitas para batidos
- Sujetadores de latón para papel
- Tijeras
- Hoja de afeitar y superficie de corte
- Regla o cinta métrica
- Cohete y lanzador (por ejemplo, cohete de agua, cohete de polietileno o Cohete Pop!)

### Presente el desafío

- Presente cualquier terminología nueva (por ejemplo, altitud, ángulo de elevación, apogeo, tangente de la línea de base y trayectoria).
- Discuta diferentes métodos para determinar la altura de un cohete durante el lanzamiento.
- Explique que determinar la altitud de un cohete es una actividad en equipo. Mientras parte del equipo prepara y lanza el cohete, el resto del equipo medirá el ángulo de elevación del cohete en el punto más alto de su trayectoria desde una estación de seguimiento. Luego, la medición del ángulo se usa con una calculadora de altitud o una tabla de tangentes para determinar la altura al apogeo. Los roles deben invertirse para que todos tengan la oportunidad de realizar ambas actividades.
- Distribuya el Folleto para el estudiante, hojas en blanco y explique el desafío.

### Presente el desafío

#### Preguntar, imaginar y planificar

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de análisis:

- ¿A qué ángulo deberías lanzar tu cohete para conseguir la máxima altitud?
- ¿Qué pasaría si cambiaras el ángulo de lanzamiento?
- Además del ángulo de lanzamiento, ¿qué otros factores afectarán la trayectoria de tu cohete?
- ¿Cuáles son algunas posibles fuentes de error en esta actividad? ¿Cómo podría tu equipo eliminarlas o reducirlas? (Una recomendación es instalar varias estaciones de seguimiento y promediar los resultados de esas mediciones).

### Comparta con los estudiantes



#### Estimulante cerebral

Las marcas en el exterior de los cohetes propulsores sólidos del SLS parecen tableros de ajedrez en blanco y negro y sirven como "objetivos" para las cámaras ubicadas en lugares estratégicos dentro y alrededor del vehículo. Estas marcas se utilizarán para la fotogrametría, la ciencia que utiliza la fotografía para ayudar a medir las distancias entre los objetos. Estos objetivos permitirán a los fotogrametristas medir distancias críticas durante los vuelos espaciales, incluida la separación del propulsor de la etapa central.

Más información:

<https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/space-launch-system-solid-rocket-boosters-on-target-for-first-flight.html>



#### En el lugar

La empresa Boeing, con sede en Huntsville (Alabama), está construyendo la etapa central del SLS, incluida la aviónica que controlará el vehículo durante el vuelo. Con una altura de más de 60 metros (200 pies) y un diámetro de 8.4 metros (27.6 pies), la etapa central almacenará 2,760,000 de litros (730.000 gal) de hidrógeno líquido superenfriado y oxígeno líquido que alimentará los motores RS-25.

Más información:

[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls\\_core\\_stage\\_fact\\_sheet\\_01072016.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls_core_stage_fact_sheet_01072016.pdf)

# Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

## Crear

- Consejo: El rastreador de altitud es lo suficientemente simple para que cada uno haga el suyo, pero también se pueden compartir.

## Probar:

- Pida a los equipos que determinen la altitud máxima que se puede medir con su rastreador de altitud en cada una de las tres ubicaciones de la estación de rastreo (5, 15 y 30 m).

## Compartir

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de análisis:

- ¿Cuál fue el mayor desafío para su equipo hoy?
- ¿Hubo alguna diferencia en la medición de la altitud del cohete para cada prueba usando la calculadora de altitud frente a la tabla de tangentes? ¿Por qué sí o por qué no?
- ¿Qué factores afectaron la capacidad de tu equipo para determinar la altitud del cohete? ¿Cómo podrías ajustar este experimento para obtener resultados más precisos?

## Extensiones

- Desafíe a sus alumnos a que demuestren su destreza con el seguimiento de la altitud observando un objeto fijo de altura conocida y comparando sus resultados.
- Emplee dos o más estaciones de seguimiento desde diferentes perspectivas o diferentes distancias. Compare las mediciones de cada estación y calcule el promedio.
- Aplicar la trigonometría básica para calcular la altura del cohete en el apogeo. Compare los resultados con los de la calculadora de altitud y la tabla de tangentes.
- Experimente con diferentes ángulos de lanzamiento y grafique el ángulo en función de la altitud.

## Referencia

Modificado del texto Altitude Tracking: [https://er.jsc.nasa.gov/seh/Altitude\\_Tracking.pdf](https://er.jsc.nasa.gov/seh/Altitude_Tracking.pdf)

## Recursos adicionales

- Actividad: ¡Cohete pop! <https://www.nasa.gov/stem-ed-resources/pop-rockets.html>
- Insignia digital: Aprendizaje STEM de la NASA en línea <https://www.txstate-epdc.net/digital-badging/>

Plantilla del rastreador de altitud

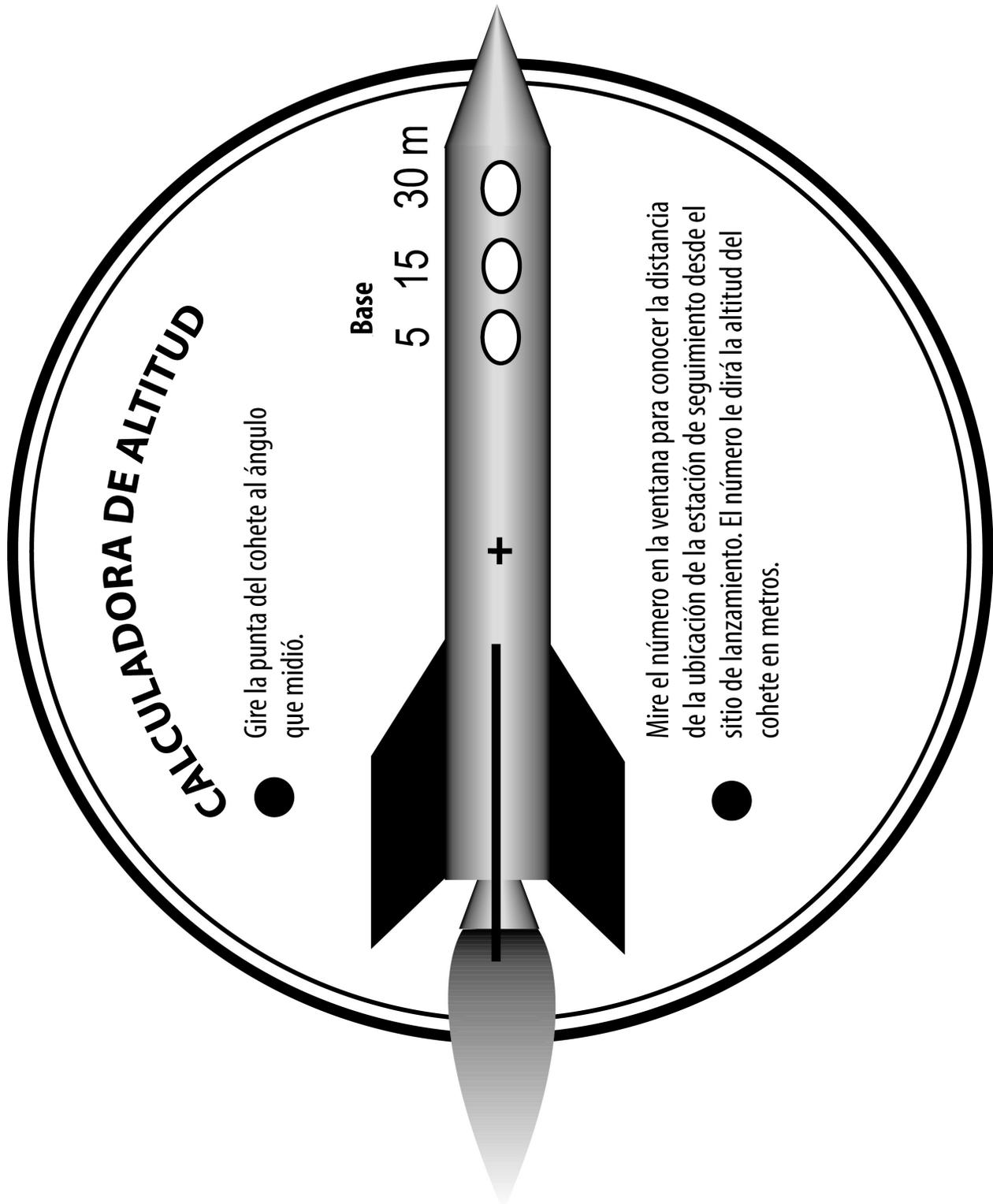
Enrolle esta sección y pegue el borde superior a la línea de puntos. Dé forma a la sección en un tubo de observación.



Este rastreador de altitud pertenece a

\_\_\_\_\_

Plantilla de la calculadora de altitud- Frente



Plantilla de la calculadora de altitud - Parte trasera

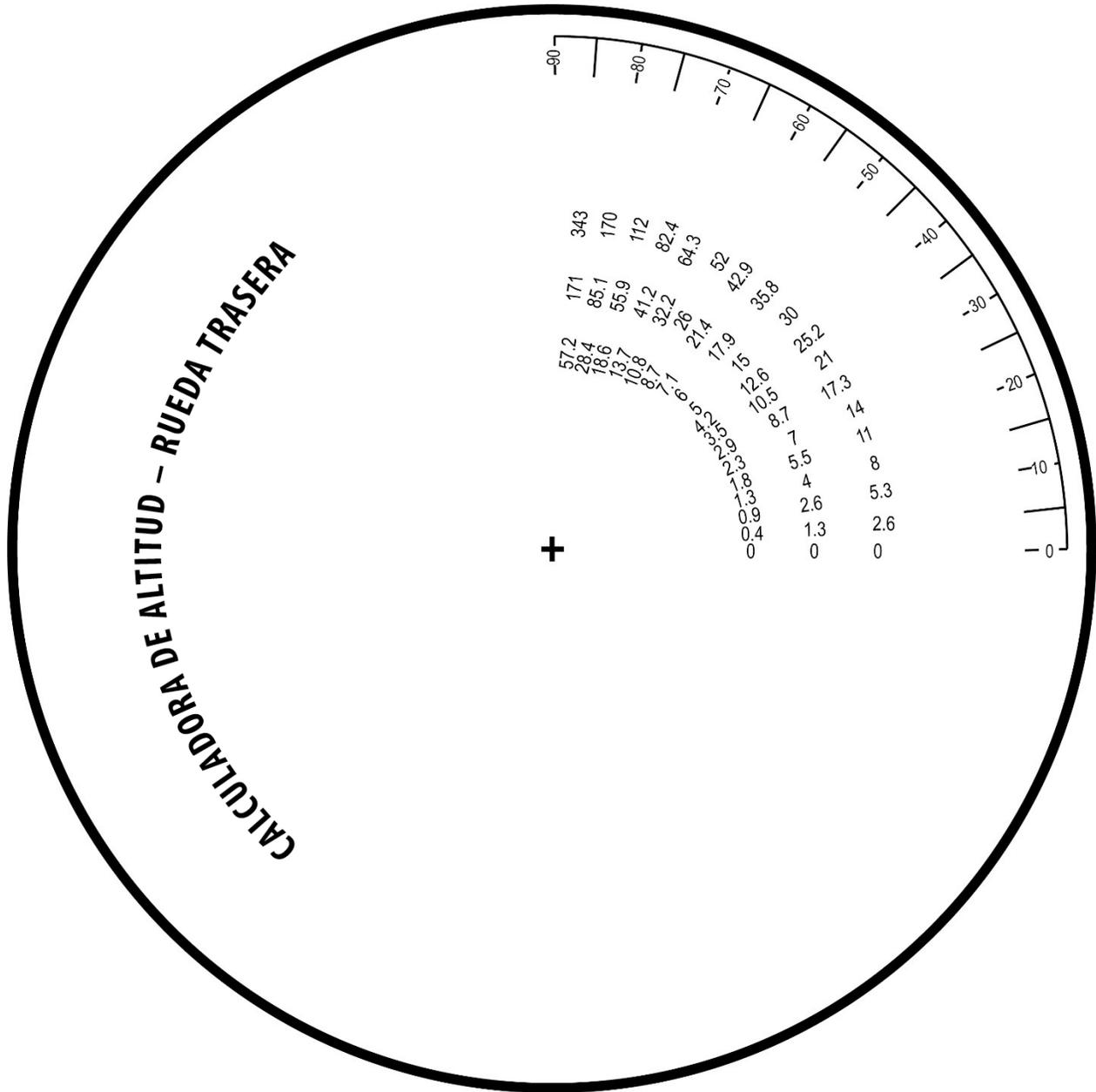


Tabla de tangentes

Grado	Tan	Grado	Tan	Grado	Tan
0	0.0000				
1	0.0174	31	0.6008	61	1.8040
2	0.0349	32	0.6248	62	1.8807
3	0.0524	33	0.6494	63	1.9626
4	0.0699	34	0.6745	64	2.0603
5	0.0874	35	0.7002	65	2.1445
6	0.1051	36	0.7265	66	2.2460
7	0.1227	37	0.7535	67	2.3558
8	0.1405	38	0.7812	68	2.4750
9	0.1583	39	0.8097	69	2.6050
10	0.1763	40	0.8390	70	2.7474
11	0.1943	41	0.8692	71	2.9042
12	0.2125	42	0.9004	72	3.0776
13	0.2308	43	0.9325	73	3.2708
14	0.2493	44	0.9656	74	3.4874
15	0.2679	45	1.0000	75	3.7320
16	0.2867	46	1.0355	76	4.0107
17	0.3057	47	1.0723	77	4.3314
18	0.3249	48	1.1106	78	4.7046
19	0.3443	49	1.1503	79	5.1445
20	0.3639	50	1.1917	80	5.6712
21	0.3838	51	1.2348	81	6.3137
22	0.4040	52	1.2799	82	7.1153
23	0.4244	53	1.3270	83	8.1443
24	0.4452	54	1.3763	84	9.5143
25	0.4663	55	1.4281	85	11.4300
26	0.4877	56	1.4825	86	14.3006
27	0.5095	57	1.5398	87	19.0811
28	0.5317	58	1.6003	88	28.6362
29	0.5543	59	1.6642	89	57.2899
30	0.5773	60	1.7320	90	-----

## Actividad dos: Seguimiento de la altitud de un cohete

### Folleto para el estudiante

#### Su Desafío

Construir y usar un rastreador de altitud y una calculadora de altitud para estimar la altura de un cohete en el apogeo (el punto más alto de la trayectoria del cohete).

#### Preguntar, imaginar y planificar

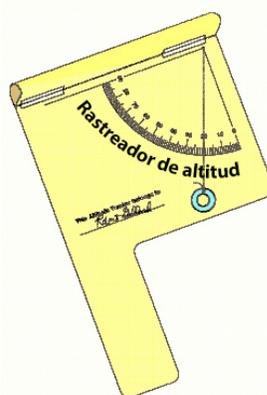
- ¿A qué ángulo deberías lanzar tu cohete para conseguir la máxima altitud?
- ¿Qué pasaría si cambiaras el ángulo de lanzamiento?
- Además del ángulo de lanzamiento, ¿qué otros factores afectarán la trayectoria de tu cohete?
- ¿Cuáles son algunas posibles fuentes de error en esta actividad y cómo puede mitigarlas tu equipo?
- Discute la mejor ubicación para una estación de seguimiento para determinar la altitud de tu cohete. Dependiendo de la altitud esperada del cohete, la estación de seguimiento podría estar a 5, 15 o 30 metros de distancia. ¿Cuál es la altitud máxima que se puede medir con el rastreador de altitud en cada una de las tres ubicaciones de la estación de rastreo (5, 15 y 30 m)? ¿Qué distancia seleccionará tu equipo para su estación de seguimiento y por qué?

#### Crear

Construye el rastreador de altitud y la calculadora de altitud siguiendo las siguientes instrucciones. (Es posible que su maestro ya haya completado algunos de estos pasos).

##### Construir el rastreador de altitud

1. Pega la plantilla del rastreador de altitud en un trozo de cartón. No pegues la parte del rastreador que está por encima de la línea discontinua.
2. Recorta la plantilla y el cartón a lo largo de los bordes exteriores.
3. Enrolla la parte de la plantilla que no está pegada al cartón (parte sombreada) alrededor de una pajilla de malteada y pégala con cinta adhesiva a lo largo del borde superior del rastreador de altitud como una mira o un tubo de observación.
4. Haz un pequeño agujero en el vértice del cuadrante del transportador (el punto en la esquina superior derecha).
5. Pasa un hilo o una cuerda liviana a través del agujero. Anuda el hilo o la cuerda y pégalo en la parte posterior.
6. Complete el rastreador colgando una pequeña arandela del otro extremo del hilo como se muestra en la ilustración.



##### Construcción de la calculadora de altitud

1. Recorta con cuidado las plantillas delantera y trasera para la calculadora de altitud.
2. Une las dos plantillas donde se encuentran las marcas centrales. Usa un sujetador de latón para papel para unir las piezas. Las piezas deben girar con facilidad.

#### Dato curioso

Los gases calientes salen de la tobera del motor RS-25 a 13 veces la velocidad del sonido, ¡lo suficientemente rápido como para viajar de Los Ángeles a Nueva York en 15 minutos!

Más información:

[https://www.youtube.com/watch?v=kJo157o\\_qaw](https://www.youtube.com/watch?v=kJo157o_qaw)

#### Esquina profesional

Los ingenieros mecánicos diseñan, desarrollan, construyen y prueban dispositivos mecánicos, incluidas herramientas, motores y máquinas. El cohete SLS de la NASA necesita ingenieros mecánicos para trabajar en los diferentes componentes del cohete. Uno de los componentes diseñados por los ingenieros de la NASA se utiliza para dirigir el cohete. Esta pieza mueve la tobera del motor cohete para orientar el SLS en la dirección correcta.

Más información:

<https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/outreach/engineering.html>

# Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

## Probar:

### Uso del rastreador de altitud

1. Cree una tabla de datos como la que se muestra a continuación en tu hoja de papel.

Prueba	Distancia de referencia, m	Ángulo de elevación, grados	Altitud usando la calculadora de altitud, m	Tangente del ángulo	Altitud usando la tabla de tangentes, m
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

2. Seleccione una ubicación para la estación de seguimiento a poca distancia del sitio de lanzamiento del cohete para medir la altura máxima del cohete utilizando el rastreador de altitud. En tu tabla de datos, registra la distancia de referencia desde la estación de seguimiento hasta la plataforma de lanzamiento para cada prueba.
3. Mientras se lanza el cohete, la persona que realiza el seguimiento sostendrá el rastreador a la altura de los ojos e inclinará el rastreador hacia arriba, siguiendo la trayectoria con el tubo de observación. Detente y mantén firme el rastreador cuando el cohete alcance su apogeo, su punto más alto antes de volver a caer a la Tierra. Pide a otro miembro del equipo que lea el ángulo que forma el hilo o la cuerda con el transportador de cuadrantes y registre el ángulo de elevación para cada una de las pruebas en la tabla de datos.
4. Usa la calculadora de altitud o la tabla de tangentes para determinar la altitud del cohete en metros.

### Uso de la calculadora de altitud

1. Gira la rueda interior de la calculadora para que la nariz del puntero del cohete apunte al ángulo medido con el rastreador de altitud para cada prueba.
2. Lee la altitud del cohete mirando en la ventana correspondiente asociada con la distancia de referencia desde la estación de seguimiento hasta la plataforma de lanzamiento. La altitud que alcanzó el cohete estará en la ventana debajo de las marcas de 5, 15 o 30 metros.
3. Para lograr una medida más precisa de la altitud, agrega la altura desde el suelo hasta el nivel de los ojos de la persona que sostiene el rastreador.
4. Si el ángulo se encuentra entre dos marcas de grado, promedia los números de altitud por encima y por debajo de esas marcas.

### Uso de la tabla de tangentes

1. Identifica la tangente de cada ángulo de lanzamiento usando la tabla de tangentes y regístrala en tu tabla de datos.
2. Multiplica la tangente del ángulo con la distancia de referencia para determinar la altitud del cohete en cada prueba.

## Compartir

- Compara los valores de la altitud del cohete para cada prueba usando la calculadora de altitud con la tabla de tangentes. ¿Hubo alguna diferencia? ¿Por qué sí o por qué no?
- ¿Qué factores afectaron la capacidad de tu equipo para determinar la altitud del cohete? ¿Cómo podrías ajustar este experimento para obtener resultados más precisos?

# Actividad tres: Construye un globo cohete de varias etapas

## Notas para el educador

### Desafío

Los estudiantes trabajarán en equipos para diseñar y construir cohetes de varias etapas propulsados por globos para demostrar cómo los cohetes pueden alcanzar mayores distancias utilizando la tecnología de propulsión en varias etapas.

### Tiempo sugerido

120 minutos

### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Aplicar los pasos del proceso de diseño de ingeniería para completar con éxito un desafío de equipo:
- Diseñar y construir su propio cohete de varias etapas y lanzarlo con éxito por el aula.
- Mejorar sus cohetes en función de los resultados del experimento.
- Demostrar que comprenden las leyes del movimiento de Newton y su aplicación en el lanzamiento de cohetes.

### Conexión curricular

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinarias</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-PS2-2 Movimiento y Estabilidad: Fuerzas e interacciones: Planificar una investigación para proporcionar evidencia de que el cambio en el movimiento de un objeto depende de la suma de las fuerzas sobre el objeto y la masa del objeto. PS2.A: Fuerzas y movimiento.</li> <li>• MS-ETS1-1 Diseño de ingeniería: definir los criterios y las restricciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución exitosa, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los posibles efectos en las personas y el medio natural que pueden limitar las posibles soluciones.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.A: Definir y delimitar los problemas de ingeniería: cuanto más precisamente se puedan definir los criterios y restricciones de una tarea de diseño, más probable será que la solución diseñada tenga éxito. La especificación de las restricciones incluye la consideración de los principios científicos y otros conocimientos relevantes que probablemente limiten las posibles soluciones.</li> </ul> </li> <li>• MS-ETS1-3 Diseño de ingeniería: analizar los datos de las pruebas para determinar similitudes y diferencias entre varias soluciones de diseño para identificar las mejores características de cada una que se puedan combinar en una nueva solución para cumplir mejor con los criterios de éxito.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.B: Desarrollo de posibles soluciones: existen procesos sistemáticos para evaluar soluciones con respecto a lo bien que cumplen con los criterios y restricciones de un problema. A veces se pueden combinar partes de diferentes soluciones para crear una solución que sea mejor que cualquiera de sus predecesoras.</li> <li>– ETS1.C: Optimización de la solución de diseño: aunque un diseño no sea el mejor en todas las pruebas, la identificación de las características del diseño que mejor funcionó en cada prueba puede proporcionar información útil para el proceso de rediseño, es decir, algunas de esas características pueden incorporarse en el nuevo diseño.</li> </ul> </li> <li>• MS-ETS1-4 Diseño de ingeniería: desarrollar un modelo para generar datos para la prueba iterativa y la modificación de un objeto, una herramienta o un proceso propuestos de modo que se pueda lograr un diseño óptimo.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.B: Desarrollo de posibles soluciones: una solución debe probarse y luego modificarse en función de los resultados de las pruebas para mejorarla. Los modelos de todo tipo son importantes para probar soluciones.</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Ideas básicas disciplinarias (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.C: Optimización de la solución de diseño: el proceso iterativo de probar las soluciones más prometedoras y modificar lo propuesto en base a los resultados de las pruebas conduce a un mayor refinamiento y, en última instancia, a una solución óptima.</li> </ul> <p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causa y efecto: los eventos tienen causas, a veces simples, a veces multifacéticas. Descifrar las relaciones causales y los mecanismos por los que median es una de las principales actividades de la ciencia y la ingeniería.</li> <li>• Sistema y modelos de sistemas: los modelos pueden utilizarse para representar sistemas y sus interacciones, como entradas, procesos y salidas, y flujos de energía y materia dentro de los sistemas.</li> <li>• Energía y materia: el seguimiento de los flujos de energía y materia dentro, fuera y dentro de los sistemas ayuda a comprender el comportamiento de su sistema.</li> <li>• Interdependencia de ciencias, ingeniería y tecnología: los avances de la ingeniería han llevado a importantes descubrimientos en prácticamente todos los campos de la ciencia, y los descubrimientos científicos han llevado al desarrollo de industrias enteras y sistemas de ingeniería.</li> </ul> <p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular preguntas y definir problemas: una práctica de la ciencia es formular y perfeccionar preguntas que conduzcan a descripciones y explicaciones de cómo funcionan el mundo natural y el diseñado y que puedan probarse empíricamente.</li> <li>• Desarrollo y uso de modelos: una práctica tanto de la ciencia como de la ingeniería es usar y construir modelos como herramientas útiles para representar ideas y explicaciones. Estas herramientas incluyen diagramas, dibujos, réplicas físicas, representaciones matemáticas, analogías y simulaciones por computadora.</li> <li>• Planificación y realización de investigaciones: los científicos y los ingenieros planifican y llevan a cabo investigaciones en campo o en laboratorio, y trabajan tanto en colaboración como individualmente. Sus investigaciones son sistemáticas y requieren aclarar qué cuenta como datos e identificar variables o parámetros.</li> <li>• Explicaciones de construcción y soluciones de diseño</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensador computacional: los estudiantes desarrollan y emplean estrategias para comprender y resolver problemas de manera que aprovechen el poder de los métodos tecnológicos para desarrollar y probar soluciones.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– 5c: los estudiantes dividen los problemas en partes, extraen información clave y desarrollan modelos descriptivos para comprender sistemas complejos o facilitar la resolución de problemas.</li> </ul> </li> <li>• Diseñador de innovación: los estudiantes usan 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><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 4a: los estudiantes conocen y usan un proceso de diseño deliberado para generar ideas, probar teorías, crear artefactos innovadores o resolver problemas auténticos.</li> <li>– 4c: los estudiantes desarrollan, prueban y refinan prototipos como parte de un proceso cíclico de diseño.</li> <li>• Colaborador mundial: los estudiantes usan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje al colaborar con otros y trabajar de manera efectiva en equipos a nivel local y global.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– 7c: los estudiantes contribuyen constructivamente a los equipos de proyectos, asumiendo varias funciones y responsabilidades para trabajar de manera efectiva hacia un objetivo común.</li> </ul> </li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Estándares de contenido por dominio</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.SP.B.5: resumir conjuntos de datos numéricos en relación con su contexto, como por ejemplo:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– CCSS.MATH.CONTENT.6.SP.B.5.A: informar el número de observaciones.</li> <li>– CCSS.MATH.CONTENT.6.SP.B.5.B: describir la naturaleza del atributo bajo investigación, incluyendo cómo se midió y sus unidades de medida.</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP1: dar sentido a los problemas y perseverar en resolverlos.</li> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.MP3: construir argumentos viables y criticar el razonamiento de los demás.</li> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP5: utilizar las herramientas apropiadas estratégicamente.</li> </ul>

# Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

## Tiempo de preparación

30 minutos

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas para el educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Reúna y prepare todos los suministros enumerados en la lista de materiales.
- Imprima copias del Folleto para el estudiante para cada equipo.
- Si presenta videos o recursos basados en la web, pruebe los enlaces y la tecnología del aula con anticipación.
- Prepare el salón de clases instalando “plataformas de lanzamiento” que consisten en hilos de pescar que atraviesan el salón de clases paralelos al piso pero lo suficientemente altos para que los estudiantes puedan caminar debajo de ellos o cerca de las paredes. Si instala dos plataformas de lanzamiento una al lado de la otra, los estudiantes pueden lanzar simultáneamente sus cohetes a través del aula.

## Materiales

- Vasos de poliestireno
- Línea de pescar o hilo liso
- Globos grandes (los globos de 5 x 25 pulgadas funcionan mejor)
- Pajitas rectas para beber
- Tijeras
- Copias del Folleto para el estudiante y papel en blanco
- Cinta adhesiva
- Bombas manuales para globos (opcional)
- Pinzas de madera para ropa con resorte o clips grandes para carpetas
- Papel/lápiz para lluvia de ideas

## Presente el desafío

- Proporcione el contexto para esta actividad utilizando la información en la sección Introducción y antecedentes de esta guía. Comente cómo la NASA usa las etapas de los cohetes para la exploración del espacio profundo.
- Explique la función de los ingenieros en el diseño de tecnología para resolver problemas. Comparta el video de la NASA [Introducción a la ingeniería](#) y presente el proceso de diseño de ingeniería.
- Presente cualquier terminología nueva (por ejemplo, primera etapa, segunda etapa y empuje).
- Distribuya el Folleto para el estudiante y el papel en blanco y explique el desafío y las restricciones.

## Restricciones de diseño

1. Cada equipo recibirá los mismos materiales para construir un cohete propulsado por un globo de varias etapas que pueda viajar a través del salón de clases a lo largo de la línea de pesca.
2. El cohete globo debe estar sujeto de manera segura a las pajitas en el hilo de pescar para brindar guía, navegación y control de vuelo durante el lanzamiento.

## Demostración

Use las siguientes instrucciones para demostrar cómo armar un cohete de dos etapas usando dos globos y un vaso de polietileno.

1. Pase el hilo de pescar a través de las dos pajitas. Estire el hilo de pescar a lo largo de una habitación y asegure sus extremos. Asegúrese de que la línea esté lo suficientemente alta como para que la gente pueda pasar con seguridad por debajo o cerca de una pared para evitar que la gente se tropiece con él.
2. Corte el vaso por la mitad para que el borde de la taza forme un anillo continuo.
3. Estire los globos inflándolos previamente. Infle el primer globo hasta las tres cuartas partes de su capacidad y apriete bien la boquilla. Tire de la boquilla a través del anillo. Gire la

## Comparta con los estudiantes



### Estimulante cerebral

Johann Schmidlap fue un fabricante de fuegos artificiales alemán y pionero de los cohetes. Inventó el cohete escalonado, un sistema de transporte de varias etapas para llevar fuegos artificiales a mayores alturas. Un cohete grande (primera etapa) llevaba un cohete más pequeño (segunda etapa). Cuando el cohete grande se quemaba, el más pequeño continuaba hasta una mayor altitud antes de bañar el cielo con cenizas brillantes. La idea de Schmidlap es básica para todos los cohetes de varias etapas actuales que viajan al espacio.

Más información:

[https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/TRC/Rockets/history\\_of\\_rockets.html](https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/TRC/Rockets/history_of_rockets.html)



### En el lugar

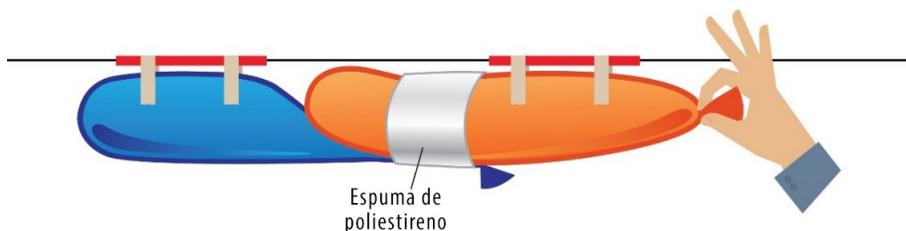
A medida que la misión y los requisitos de la NASA han evolucionado, el Centro de Vuelos Espaciales Marshall en Huntsville, Alabama, ha evolucionado para apoyarlos. Marshall ha desarrollado capacidades de clase mundial en áreas como propulsión, materiales, entornos espaciales, aviónica, fabricación avanzada, soporte vital, pruebas e integración de sistemas.

Más información:

<https://www.nasa.gov/centers/marshall/home/index.html>

## Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

boquilla y manténgala cerrada con una pinza para la ropa o un clip para carpetas. Infle el segundo globo. Mientras lo hace, asegúrese de que el extremo frontal del segundo globo se extienda a través del anillo a una corta distancia. A medida que el segundo globo se infla, presionará contra la boquilla del primer globo y asumirá el trabajo del clip de mantenerlo cerrado. Es posible que necesite un poco de práctica para lograr esto. Apriete también la boquilla del segundo globo para mantenerlo cerrado.



4. Lleva los globos a un extremo del hilo de pescar y pegue cada globo a una pajilla con cinta adhesiva. La longitud de los globos debe estar paralela a la línea de pesca, permitiendo que el empuje impulse los globos a lo largo de la cuerda.
5. Retire el clip del primer globo y desenrosque la boquilla. Retire también el clip de la boquilla del segundo globo, pero siga manteniéndolo cerrado con los dedos.
6. Realice una cuenta regresiva para el lanzamiento. Al soltar el globo que sostiene, el gas que escapa impulsará ambos globos a lo largo de la línea de pesca. A medida que el globo que soltó expulsa el aire, se separará y liberará la boquilla del otro globo, que entonces proporcionará empuje para seguir impulsando el globo cohete a lo largo del hilo.

### Presente el desafío

#### Preguntar, imaginar y planificar

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de análisis:

- ¿Cuál es el beneficio de un cohete de varias etapas?
- ¿Qué factores podrían ralentizar su cohete a medida que se mueve a través de la línea?
- ¿Qué problemas prevé encontrar?

#### Crear, probar y mejorar

- Cada equipo construirá cohetes de varias etapas utilizando únicamente los materiales suministrados.
- Cada equipo probará su diseño y hará observaciones para mejorar sistemáticamente sus cohetes a lo largo de la actividad.

#### Compartir

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de análisis:

- ¿Qué problemas encontró su equipo? ¿Cómo resolvieron estos problemas?
- ¿Qué fuerzas impidieron que el cohete llegara a su destino?
- ¿Qué configuración de globos tuvo más éxito?
- ¿Cómo se comparan o contrastan los resultados del experimento con lo que conocen de la cohetaría moderna?
- ¿Cuál fue la solución más innovadora de la clase?

#### Extensiones

- Anime a los estudiantes a probar otras configuraciones de lanzamiento, como globos uno al lado del otro, cohetes de tres etapas o cohetes de carga pesada (verticales) de varias etapas. (Recurso: Heavy Lifting Rocket Activity. [Actividad con cohetes de carga pesada] [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls\\_heavy\\_lifting\\_508.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls_heavy_lifting_508.pdf))
- Haga una lluvia de ideas para hacer volar un cohete globo de dos etapas sin el hilo de pescar como guía. ¿Cómo podrían modificarse los globos para hacer esto posible?

#### Referencia

Modified from Balloon Staging [Modificado de la puesta en escena de globos]: [https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/rocket/TRCRocket/balloon\\_staging.html](https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/rocket/TRCRocket/balloon_staging.html)

#### Recursos adicionales

- Rocket Science in 60 Seconds Video Series [Rocket Science en la serie de videos de 60 segundos] [https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/multimedia/rocket\\_science\\_in\\_60\\_seconds](https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/multimedia/rocket_science_in_60_seconds)
- Insignia digital: Aprendizaje STEM de la NASA en línea <https://www.txstate-epdc.net/digital-badging/>

# Actividad tres: Construye un globo cohete de varias etapas

## Folleto para el estudiante

### Su Desafío

Diseñar y construir un cohete de varias etapas propulsados por globos para demostrar cómo los cohetes pueden alcanzar mayores distancias utilizando la tecnología de propulsión en varias etapas.

### Restricciones de diseño

1. Solo se permite utilizar los materiales proporcionados por su maestro.
2. Tu cohete globo debe estar sujeto de manera segura a las pajitas en el hilo de pescar para brindar guía, navegación y control de vuelo durante el lanzamiento.

### Preguntar, imaginar y planificar

Discute las formas de configurar dos o más globos en etapas para diseñar un cohete con suficiente empuje para viajar a través de la habitación.

- ¿Cuántos globos usará tu equipo?
- ¿Cómo y dónde se sujetarán los globos a las pajitas?
- ¿Qué problemas prevé encontrar?
- Esboza y escribe tus ideas y tu diseño en el papel que te ha proporcionado tu maestro.

### Crear, probar y mejorar

1. Arma tu diseño de cohete de varias etapas y fíjalo a las pajillas en la línea de pesca.
2. En una hoja de papel, crea una tabla de datos como el ejemplo que se muestra a continuación.
3. Lanza tu cohete y registra la distancia recorrida en tu tabla de datos.
4. Tu equipo debe realizar pruebas de vuelo durante la construcción y mejorar sistemáticamente el diseño después de cada prueba. Anota tus observaciones durante las pruebas de vuelo para que te ayuden a modificar tu diseño.
5. Rediseña tu cohete y la configuración del globo para mejorar el empuje del cohete y aumentar la distancia recorrida.

### Compartir

Escribe un resumen de tu vehículo de lanzamiento utilizando los términos científicos y tecnológicos correctos. Describe las mejoras realizadas en tu vehículo después de cada prueba y el cambio resultante en el rendimiento del cohete.

- ¿Cuál fue el mayor desafío para su equipo hoy?
- ¿Qué problemas encontró su equipo? ¿Cómo resolvieron estos problemas?
- ¿Qué fuerzas impidieron que el cohete llegara a su destino?
- ¿Qué configuración de globos tuvo más éxito?
- ¿Cómo se comparan o contrastan los resultados del experimento con lo que sabes de los cohetes modernos?

Prueba de vuelo	Distancia recorrida
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	



### Dato curioso

¡La potencia generada por cuatro motores RS-25 equivale a la de 16 presas Hoover!

Más información:

<https://www.youtube.com/watch?v=MLqYJh6OFbY&feature=youtu.be>



### Esquina profesional

Pruebas 1, 2, 3... Los investigadores usan túneles de viento para aprender más sobre cómo volará una aeronave. Las pruebas aerodinámicas para el SLS son un componente crítico para el éxito de la misión. Descubre una carrera como ingeniero de investigación y prueba modelos a escala de las aeronaves y naves espaciales del futuro.

Más información:

<https://www.youtube.com/watch?v=ChkbjRQg28&list=PLBEXDPatoWBmX3yrpEObbUoNF5rbbNcgX&index=27>

# Actividad cuatro: Optimiza el motor de un cohete de agua

## Notas para el educador

### Desafío

Los estudiantes trabajarán en equipos para construir un cohete de agua impulsado por aire a partir de una botella de refresco de 2 litros para encontrar la cantidad óptima de volumen de agua a presión de aire para producir el máximo empuje.

### Tiempo sugerido

120 minutos

### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Construir cohetes de agua aptos para volar.
- Encontrar la cantidad óptima de agua y aire comprimido en sus cohetes de agua para alcanzar el máximo rendimiento (altitud).
- Demostrar que comprenden la segunda y la tercera ley del movimiento de Newton y cómo se aplican al lanzamiento de cohetes.

### Conexión curricular

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinares</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-PS2-2 Movimiento y Estabilidad: Fuerzas e interacciones: Planificar una investigación para proporcionar evidencia de que el cambio en el movimiento de un objeto depende de la suma de las fuerzas sobre el objeto y la masa del objeto. PS2.A: Fuerzas y movimiento.</li> <li>• MS-ETS1-1 Diseño de ingeniería: definir los criterios y las restricciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución exitosa, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los posibles efectos en las personas y el medio natural que pueden limitar las posibles soluciones.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.A: Definir y delimitar los problemas de ingeniería: cuanto más precisamente se puedan definir los criterios y restricciones de una tarea de diseño, más probable será que la solución diseñada tenga éxito. La especificación de las restricciones incluye la consideración de los principios científicos y otros conocimientos relevantes que probablemente limiten las posibles soluciones.</li> </ul> </li> <li>• MS-ETS1-2 Diseño de ingeniería: evaluar las soluciones de diseño de la competencia utilizando un proceso sistemático para determinar qué tan bien cumplen con los criterios y las restricciones del problema.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.B: Desarrollo de posibles soluciones: existen procesos sistemáticos para evaluar soluciones con respecto a lo bien que cumplen con los criterios y restricciones de un problema.</li> </ul> </li> <li>• MS-ETS1-3 Diseño de ingeniería: analizar los datos de las pruebas para determinar similitudes y diferencias entre varias soluciones de diseño para identificar las mejores características de cada una que se puedan combinar en una nueva solución para cumplir mejor con los criterios de éxito.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.B: Desarrollo de posibles soluciones: existen procesos sistemáticos para evaluar soluciones con respecto a lo bien que cumplen con los criterios y restricciones de un problema. A veces se pueden combinar partes de diferentes soluciones para crear una solución que sea mejor que cualquiera de sus predecesoras.</li> <li>– ETS1.C: Optimización de la solución de diseño: aunque un diseño no sea el mejor en todas las pruebas, la identificación de las características del diseño que mejor funcionó en cada prueba puede proporcionar información útil para el proceso de rediseño, es decir, algunas de esas características pueden incorporarse en el nuevo diseño.</li> </ul> </li> <li>• MS-ETS1-4 Diseño de ingeniería: desarrollar un modelo para generar datos para la prueba iterativa y la modificación de un objeto, una herramienta o un proceso propuestos de modo que se pueda lograr un diseño óptimo.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.B: Desarrollo de posibles soluciones: una solución debe probarse y luego modificarse en función de los resultados de las pruebas para mejorarla. Los modelos de todo tipo son importantes para probar soluciones.</li> <li>– ETS1.C: Optimización de la solución de diseño: el proceso iterativo de probar las soluciones más prometedoras y modificar lo propuesto en base a los resultados de las pruebas conduce a un mayor refinamiento y, en última instancia, a una solución óptima.</li> </ul> </li> </ul> <p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causa y efecto: los eventos tienen causas, a veces simples, a veces multifacéticas. Descifrar las relaciones causales y los mecanismos por los que median es una de las principales actividades de la ciencia y la ingeniería.</li> </ul>	<p><i>Conceptos transversales (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema y modelos de sistemas: los modelos pueden utilizarse para representar sistemas y sus interacciones, como entradas, procesos y salidas, y flujos de energía y materia dentro de los sistemas.</li> <li>• Energía y materia: el seguimiento de los flujos de energía y materia dentro, fuera y dentro de los sistemas ayuda a comprender el comportamiento de su sistema.</li> <li>• Interdependencia de ciencias, ingeniería y tecnología: los avances de la ingeniería han llevado a importantes descubrimientos en prácticamente todos los campos de la ciencia, y los descubrimientos científicos han llevado al desarrollo de industrias enteras y sistemas de ingeniería.</li> </ul> <p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular preguntas y definir problemas: una práctica de la ciencia es formular y perfeccionar preguntas que conduzcan a descripciones y explicaciones de cómo funcionan el mundo natural y el diseñado y que puedan probarse empíricamente.</li> <li>• Desarrollo y uso de modelos: una práctica tanto de la ciencia como de la ingeniería es usar y construir modelos como herramientas útiles para representar ideas y explicaciones. Estas herramientas incluyen diagramas, dibujos, réplicas físicas, representaciones matemáticas, analogías y simulaciones por computadora.</li> <li>• Planificación y realización de investigaciones: los científicos y los ingenieros planifican y llevan a cabo investigaciones en campo o en laboratorio, y trabajan tanto en colaboración como individualmente. Sus investigaciones son sistemáticas y requieren aclarar qué cuenta como datos e identificar variables o parámetros.</li> <li>• Análisis e interpretación de datos: las investigaciones científicas producen datos que deben analizarse para obtener significado. Debido a que los patrones y las tendencias de los datos no siempre son obvios, los científicos utilizan una variedad de herramientas, que incluyen la tabulación, la interpretación gráfica, la visualización y el análisis estadístico, para identificar las características y los patrones significativos en los datos. Los científicos identifican las fuentes de error en las investigaciones y calculan el grado de certeza de los resultados. La tecnología moderna facilita mucho la recopilación de grandes conjuntos de datos, y proporcionan fuentes secundarias para el análisis.</li> <li>• Uso de las matemáticas y el pensamiento computacional: tanto en ciencia como en ingeniería, las matemáticas y la computación son herramientas fundamentales para representar variables físicas y sus relaciones. Se utilizan para una variedad de tareas, como la construcción de simulaciones; análisis estadístico de datos; y reconocer, expresar y aplicar relaciones cuantitativas.</li> <li>• Explicaciones de construcción y soluciones de diseño: los productos de la ciencia son explicaciones y los productos de la ingeniería son soluciones.</li> <li>• Obtener, evaluar y comunicar información: Los científicos e ingenieros deben ser capaces de comunicar de manera clara y persuasiva las ideas y los métodos que generan. Criticar y comunicar ideas individualmente y en grupo es una actividad profesional fundamental.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaborador mundial: los estudiantes usan herramientas digitales para ampliar sus perspectivas y enriquecer su aprendizaje al colaborar con otros y trabajar de manera efectiva en equipos a nivel local y global.</li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 7c: los estudiantes contribuyen constructivamente a los equipos de proyectos, asumiendo varias funciones y responsabilidades para trabajar de manera efectiva hacia un objetivo común.</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Estándares de contenido por dominio</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.SP.B.5: resumir conjuntos de datos numéricos en relación con su contexto, como por ejemplo:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– CCSS.MATH.CONTENT.6.SP.B.5.A: informar el número de observaciones.</li> <li>– CCSS.MATH.CONTENT.6.SP.B.5.B: describir la naturaleza del atributo bajo investigación, incluyendo cómo se midió y sus unidades de medida.</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP1: dar sentido a los problemas y perseverar en resolverlos.</li> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP3: construir argumentos viables y criticar el razonamiento de los demás.</li> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP5: utilizar las herramientas apropiadas estratégicamente.</li> </ul>

# Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

## Tiempo de preparación

De 2 a 3 horas para la configuración, pero varias semanas para recolectar botellas

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas para el educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Reúna y prepare todos los suministros enumerados en la lista de materiales.
- Nota: Esta actividad requiere un lanzador de cohetes de agua. Este aparato se puede construir en unas pocas horas utilizando herramientas y materiales básicos que se encuentran en la mayoría de las ferreterías. Las [Instrucciones sobre el lanzador de cohetes de agua](#) en la Guía del educador de cohetes de la NASA incluyen una lista detallada de suministros e instrucciones de construcción para un dispositivo de lanzamiento de cohetes de agua. También hay lanzadores comerciales disponibles en muchas empresas de suministros para la educación científica.
- Consejo: Cada equipo también necesitará una botella de refresco vacía de 2 litros para completar esta actividad y varias botellas de repuesto para reemplazar las que estén dañadas. Se recomienda empezar a recolectar botellas de refresco de 2 litros unas semanas antes de realizar la actividad.
- Si usa una pistola de pegamento, aunque sea de pegamento de baja temperatura, establezca una estación para la pistola de pegamento para supervisar la seguridad y su uso adecuado.
- Corte previamente el tubo de PVC para las orejetas de lanzamiento (una por equipo; las instrucciones se encuentran más adelante).
- Opcional: Construya los soportes de ensamblado para cada equipo.
- Revise la Introducción a los Cohetes de Agua que aparece a continuación para conocer el contexto y los vínculos con el plan de estudios.
- Si presenta videos o recursos basados en la web, pruebe los enlaces y la tecnología del aula con anticipación.

## Introducción a los cohetes de agua

Un cohete de agua es una cámara, generalmente una botella de refresco de 2 litros, parcialmente llena de agua. El aire es forzado dentro de la botella con una bomba. Cuando se libera el cohete, el aire presurizado hace que el agua salga por la boquilla (parte angosta de la botella). La botella es impulsada en la dirección opuesta. La botella generalmente tiene un cono de nariz para reducir la resistencia y aletas para mayor estabilidad. Los cohetes de agua pueden alcanzar fácilmente los 100 metros de altura, pero los aficionados más avanzados han combinado botellas para crear cohetes de varias etapas y lograr vuelos de más de 300 metros de altura.

Los cohetes con botellas de agua son ideales para enseñar las leyes del movimiento de Newton. El lanzamiento del cohete demuestra fácilmente la tercera ley de Newton. Los estudiantes pueden ver cómo el agua sale disparada por la boquilla (acción) y cómo el cohete se eleva hacia el cielo (reacción). Los estudiantes experimentarán con diferentes niveles de presión dentro de la cámara y diferentes cantidades de agua. El cohete no volará muy alto si solo está lleno de aire. El aire saldrá rápidamente durante el lanzamiento, pero su masa es muy baja. En consecuencia, el empuje producido también es bajo (segunda ley de Newton). Cuando hay agua en la botella, el aire debe forzar la salida del agua antes de que el aire pueda salir de la botella. El agua aumenta la masa expulsada por el cohete, aumentando así su empuje.

Como todos los cohetes, el rendimiento de vuelo de los cohetes de botella de agua está fuertemente influenciado por el diseño del cohete y el cuidado que se tiene en su construcción. El biselado de los bordes delantero y trasero de las aletas les permite cortar el aire de manera más limpia. Las aletas rectas producen poca fricción o resistencia con el aire. Una pequeña cantidad de lastre dentro del cono de la nariz ayuda a equilibrar el cohete. Esto desplaza el centro de masa del cohete hacia delante, dejando una gran superficie de aletas en la parte trasera.

## Comparta con los estudiantes



### Estimulante cerebral

Si la energía térmica de los propulsores de combustible sólido (SRB, por sus siglas en inglés) del SLS pudiera convertirse en energía eléctrica, dos SRB encendidos durante 2 minutos producirían 2.3 millones de kWh de energía, suficiente para abastecer de electricidad a más de 92,000 hogares durante un día completo.

Más información:

[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls\\_at\\_a\\_glance\\_10202015.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls_at_a_glance_10202015.pdf)



### En el lugar

La etapa central del SLS, de 65 metros de altura (212 pies), se someterá a pruebas en el banco de pruebas B-2 en el Centro Espacial Stennis de la NASA cerca de Bay St. Louis, Mississippi. El banco de pruebas B-2 es el banco de pruebas de motores de cohetes más grande de la NASA y se construyó en la década de 1960 para probar los motores del Saturno V, el primer cohete que viajó a la Luna. Estas pruebas "Green Run" aseguran el éxito de la misión al probar y certificar como listo el hardware para el vuelo.

Más información:

<https://www.nasa.gov/feature/new-video-highlights-stennis-space-center-preparations-for-nasa-space-launch-system-testing>

<https://www.youtube.com/watch?v=6rSsMtRyV70&feature=youtu.be>

## Construcción de las orejetas de lanzamiento

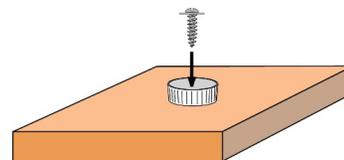
Corte previamente los segmentos de PVC con una sierra o un cortador de PVC. Los cortes pueden estar inclinados para hacerlos más aerodinámicos (ver imagen). Los segmentos actúan como anillos para guiar el cohete por el riel de guía durante los primeros momentos del ascenso del cohete.

## Construcción del soporte de ensamblado (opcional)

Construya los soportes de ensamblado con pequeños bloques de madera. Fije una tapa de botella en el centro de cada tabla con una arandela y un tornillo pequeño a través de la tapa. Cuando los estudiantes comiencen a construir sus cohetes, pueden atornillar el cuello de botella en la tapa y la tabla de abajo sostendrá el cohete en posición vertical para pegarlo. Los bloques también son una forma conveniente de almacenar los cohetes en posición vertical cuando no se está trabajando en ellos.



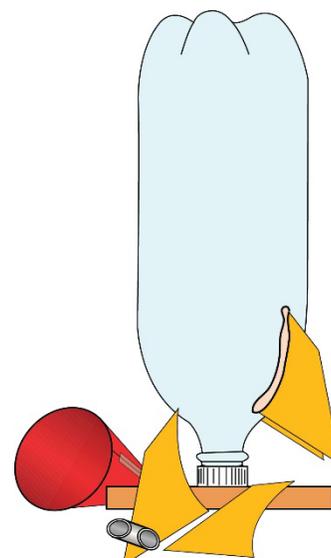
Orejeta de lanzamiento con cortes en sesgado.



Haga el soporte de montaje atornillando las tapas de las botellas de plástico a la tabla. Use una arandela para mayor resistencia.

## Materiales

- Lentes de seguridad
- Botellas de refresco de 2 litros con tapas (una por equipo más botellas de repuesto)
- Bandeja para alimentos de poliestireno, cartón o una cartulina rígida
- Cinta adhesiva
- Cinta transparente o pistola de silicona o pegamento termo fusible de baja temperatura
- 4 onzas de arcilla
- Papel lija o limas de uñas
- Cuerda, como la de las cometas
- Material artístico
- Copias del Folleto para el estudiante y papel en blanco
- Tazas medidoras métricas (mL)
- Agua
- Lanzador de cohetes y bomba de aire para bicicleta o compresor de aire con regulador (ver nota en Tiempo de preparación)
- Orejetas de lanzamiento: tubo de PVC de 1/2 pulgada de diámetro cortado en secciones de 1 a 2 pulgadas de largo. (Una orejeta de lanzamiento por equipo)
- Opcional: rastreador de altitud (de la actividad dos)
- Opcional: Soporte de ensamblado
  - Tabla que mida 4× 4× 1 pulg. (una por equipo)
  - Tornillo pequeño y arandela



El Soporte de Ensamblado sostiene el cohete mientras se construye.

## Presente el desafío

- Proporcione el contexto para esta actividad utilizando la información en la sección “Introducción y antecedentes” de esta guía y discuta cómo las leyes del movimiento de Newton se aplican a los cohetes.
  - Opcional: un globo es un ejemplo sencillo del funcionamiento de un motor de cohete. El aire atrapado en el interior del globo empuja hacia afuera el extremo abierto, haciendo que el globo se mueva hacia delante. La fuerza del aire que escapa es la acción; el movimiento del globo hacia adelante es la reacción.
  - Pida a los alumnos que expliquen el fenómeno del lanzamiento del cohete globo para evaluar los conocimientos previos e identificar los conceptos erróneos.
  - Amplíe los conceptos en el ejemplo del cohete globo a cohetes para viajes espaciales. La combustión de combustible en un motor cohete produce grandes cantidades de gases de escape a alta temperatura y presión. El gas de escape caliente pasa por una tobera que acelera el flujo de gas. El empuje se produce de acuerdo con la tercera ley de movimiento de Newton.
- Explique la función de los ingenieros en el diseño de tecnología para resolver problemas. Comparta el video [Introducción a la ingeniería](#) de NASA for Kids y presente el proceso de diseño de ingeniería.
- Presente cualquier terminología nueva (por ejemplo, presión, propulsión y las leyes del movimiento de Newton).
- Distribuya el Folleto para el estudiante y el papel en blanco y explique el desafío y las restricciones. Pida a los estudiantes que formulen una hipótesis antes de iniciar la investigación.

## Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial



### Seguridad

- Recuerde a los estudiantes la seguridad en el laboratorio (por ejemplo, usar protección para los ojos y no permanecer frente al cohete durante el lanzamiento).
- Utilice únicamente pistolas de silicona de baja temperatura o cinta adhesiva. Las pistolas de pegamento de alta temperatura pueden derretir y debilitar las botellas de plástico.
- Siga todas las instrucciones de seguridad que acompañan a su lanzador de cohetes de agua.
- Siempre use protección para los ojos cuando esté cerca de la plataforma de lanzamiento.
- Bombee cohetes de agua a una presión no superior a 50 psi y NUNCA permita que un cohete se bombee a más de 90 psi.
- Mantenga el área de lanzamiento despejada y no se sitúe sobre el lanzador durante la presurización y el lanzamiento.
- No permita que los estudiantes intenten atrapar los cohetes que caen.

### Restricciones de diseño

1. Cada equipo recibirá los mismos materiales para construir un cohete de agua impulsado por aire.
2. Cada equipo debe fijar una orejeta de lanzamiento en el lateral del cohete, entre dos aletas y en la mitad del cuerpo del cohete.
3. Después de que el cohete haya sido calificado para el lanzamiento y certificado como apto para el vuelo, la única variable que los equipos cambiarán durante las pruebas es el volumen de agua agregado al cohete.

### Presente el desafío

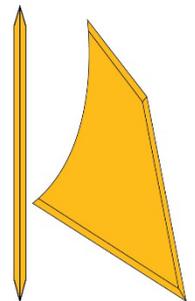
#### Preguntar, imaginar y planificar

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de análisis:

- ¿Qué significa que un motor de cohete sea eficiente? ¿Cuáles son los beneficios de tener un motor eficiente?
- ¿Cómo crees que cambiar la cantidad de agua y aire dentro del cohete cambiará su eficiencia?
- Cuando probamos los cohetes de agua, ¿por qué crees que mantenemos constante la presión en cada lanzamiento?

#### Crear

- Describa cómo se pueden alisar las aletas con papel de lija para cortar el aire y crear poca resistencia.
- Recuerda a los equipos que deben añadir arcilla al interior de sus conos de nariz. Recorte los bordes de las aletas con papel de lija para darles forma de hoja de cuchillo para que corten el aire.
- Pida a los equipos que peguen una orejeta de lanzamiento al costado de su cohete. La orejeta de lanzamiento debe pegarse a la mitad del cuerpo del cohete y colocarse en medio de dos aletas.



#### Probar y mejorar

- Realice una inspección previa al lanzamiento para asegurarse de que el cono de la nariz, la orejeta de lanzamiento y las aletas del cohete estén bien sujetos.
- Cuando se completa la construcción del cohete, los equipos deben calificar sus cohetes para el vuelo haciéndolos girar en el aire para probarlos.
- Revise los procedimientos de lanzamiento y la seguridad con los equipos. Las instrucciones se describen en la Guía del educador de cohetes de la NASA.
- Instale una estación de seguimiento para medir la altitud alcanzada por los cohetes. (Véase la actividad dos, Seguimiento de la altitud de un cohete).
- Siga todos los procedimientos e instrucciones de seguridad al lanzar los cohetes.
- Cada equipo lanzará su cohete varias veces. Después de cada lanzamiento, el equipo registrará el volumen de agua, la presión y la altitud alcanzada por su cohete en tablas como el ejemplo que se muestra en el Folleto para el estudiante. Según la altitud alcanzada por su cohete, el equipo ajustará el volumen de agua en su cohete (aumentando o disminuyendo) para intentar alcanzar una mayor altitud. Cuando ya no puedan aumentar la altitud cambiando el volumen de agua en su cohete, habrán encontrado el volumen óptimo de agua para su motor de cohete y habrán optimizado su eficiencia.



**Nota:** No importa cuánta agua haya en la botella, aumentar la presión dentro de la botella siempre producirá más empuje. El desafío en esta actividad es encontrar la cantidad óptima de volumen de agua para el aire presurizado dentro de la botella para lograr el máximo empuje, no solo para aumentar la presión. Para eliminar variables en el desafío, se recomienda seleccionar una presión constante (por ejemplo, 40 o 50 psi) para presurizar las botellas en cada lanzamiento.

### Compartir

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de análisis:

- ¿Intentaste tener tu cohete casi vacío o casi lleno de agua para el lanzamiento? ¿Cuál fue el resultado?
- ¿Cuál fue el volumen de agua que su equipo encontró más eficiente para su cohete? ¿Fue igual o cercano al de otros equipos? ¿Por qué?
- Si tuvieras que aumentar la presión en tu cohete en 10 psi, ¿crees que el volumen de agua que encontraste seguiría siendo el más eficiente? ¿Por qué?

### Extensiones

- Desafíe a los equipos a pensar en una manera de agregar un paracaídas a sus cohetes para que aterricen suavemente. Se pueden usar bolsas de plástico de supermercado o retazos de tela liviana para hacer paracaídas, y se pueden usar cuerdas para sujetarlos. El cono de la nariz debe permanecer en su lugar hasta que el cohete alcance la cima de su vuelo, entonces debe abrirse y soltar el paracaídas.
- Recopile los datos de la clase y grafique el volumen de agua en función de la altitud. Repita el experimento con una presión de aire diferente. Busque una correlación.

### Referencia

Modificado del texto Water Rocket Construction: <https://www.nasa.gov/stem-ed-resources/water-rocket-construction.html>

### Recursos adicionales

- Rockets Educator Guide [Guía del educador de cohetes]. <https://www.nasa.gov/stem-ed-resources/rockets.html>
- Insignia digital: Aprendizaje STEM de la NASA en línea <https://www.txstate-epdc.net/digital-badging/>

# Actividad cuatro: Optimiza el motor de un cohete de agua

## Folleto para el estudiante

### Su Desafío

Construye un cohete de agua propulsado por aire a partir de una botella de refresco de 2 litros para encontrar la cantidad óptima de volumen de agua y presión de aire para producir el máximo empuje.

### Restricciones de diseño

1. Solo se permite utilizar los materiales proporcionados por su maestro.
2. Debes fijar una orejeta de lanzamiento en el lateral del cohete, entre dos aletas y en la mitad del cuerpo del cohete.
3. Después de que su cohete haya sido calificado para el lanzamiento y certificado como apto para el vuelo, la única variable que tu equipo cambiará durante las pruebas es el volumen de agua agregado al cohete.

### Preguntar, imaginar y planificar

Después de recibir las instrucciones de tu maestro, haz las preguntas que tengas sobre el desafío de hoy y luego dibuja un diagrama del cohete que pretendes construir en el papel que te proporcionó tu maestro.

### Crear

1. Con los materiales proporcionados, construye un cono de nariz y aletas para tu cohete.
2. Agrega masa a la punta de tu cohete para mejorar la estabilidad.
3. Fija una orejeta de lanzamiento al costado de tu cohete.

### Probar y mejorar

1. Su maestro debe realizar una inspección previa al vuelo del cono de la nariz, la orejeta de lanzamiento y las aletas del cohete para asegurarse de que estén bien sujetos. Haz que tu cohete califique para el lanzamiento realizando la prueba de hacerlos girar en el aire.
2. **Prueba de giros en el aire:** Usando varios pies de cuerda, ata el cohete alrededor del centro para que se equilibre. Debido al peso del cono de la nariz, el punto de equilibrio estará hacia la nariz. Cuando el cohete cuelgue nivelado, se debe fijar temporalmente un pequeño trozo de cinta adhesiva a la cuerda y la botella para evitar que la cuerda se deslice. Luego, el cohete se hace girar en círculos. Si el cohete da vueltas en círculo, no es estable y necesita más peso en el cono de la nariz, aletas más grandes, o una combinación de ambos. Si el cohete da vueltas con la nariz siempre apuntando hacia adelante, es estable y está listo para volar.



### Dato curioso

El RS-25 era el motor principal del transbordador espacial. Si tres motores RS-25 bombearan agua en lugar de combustible, vaciarían una piscina de tamaño familiar en 25 segundos. El cohete SLS utilizará cuatro RS-25.

Más información:

<https://www.youtube.com/watch?v=XP1CQtV8Qk8>

### Esquina profesional

El ingeniero jefe de sistemas trabaja con otros ingenieros y analistas para garantizar que el SLS cumpla con los requisitos y limitaciones exclusivos de cada misión Artemis. La ingeniería de sistemas es tanto un arte como una ciencia. El ingeniero de sistemas es como el director de una orquesta, que sabe cómo debe sonar la música (el aspecto y la función de un diseño) y tiene las habilidades para liderar un equipo para lograr el sonido deseado (cumplir con los requisitos del sistema).

Más información:

<https://www.youtube.com/watch?v=VfmHda5e4II&feature=youtu.be>

## Propulsión con el Sistema de Lanzamiento Espacial

- Una vez que tu cohete esté listo para el lanzamiento, tu equipo encontrará el volumen óptimo de agua para colocar en el cohete a fin de maximizar su rendimiento medido por su altitud.
- Asegúrate de seguir todas las instrucciones de seguridad para el lanzamiento dadas por tu maestro.
- Para cada prueba de lanzamiento, debes realizar un seguimiento del volumen de agua en tu cohete (medido en ml). Tu cohete de 2 litros tendrá un máximo de 2000 ml de agua.
- Tu maestro te proporcionará la presión de aire requerida (medida en libras por pulgada cuadrada o psi), y esto permanecerá constante para todos los lanzamientos.
- Tendrás que ajustar el volumen de agua para cada lanzamiento a fin de determinar el volumen de agua óptimo.
- Se lanzará un máximo de cinco veces.
- Crea una tabla como la del ejemplo que sigue aquí y registra tus datos.

Prueba	Volumen de agua en el cohete, ml	Presión, psi	Altitud, m
1			
2			
3			
4			
5			

### Compartir

- ¿Intentaste tener tu cohete casi vacío o casi lleno de agua para el lanzamiento? ¿Cuál fue el resultado?
- ¿Cuál fue el volumen de agua que su equipo encontró más eficiente para su cohete? ¿Fue igual o cercano al de otros equipos? ¿Por qué?
- Si tuvieras que aumentar o disminuir la presión del aire en tu cohete en 10 psi, ¿crees que el volumen de agua que encontraste seguiría siendo el más eficiente? ¿Por qué?



## Anexo: Estándares y prácticas de STEM

### Estándares de ciencias de próxima generación (NGSS, por sus siglas en inglés)

<https://www.nextgenscience.org/>

Alineación de actividades con ideas básicas disciplinarias de los NGSS				
Estándar de movimiento y estabilidad (MS, por sus siglas en inglés)	Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras	Seguimiento de la altitud de un cohete	Construye un globo cohete de varias etapas	Optimiza el motor de un cohete de agua
<b>Fuerzas e interacciones</b>				
MS-PS2-2	✓		✓	✓
<b>Diseño de ingeniería</b>				
MS-ETS1-1	✓		✓	✓
MS-ETS1-2				✓
MS-ETS1-3	✓		✓	✓
MS-ETS1-4	✓		✓	✓

Alineación de actividades con conceptos transversales de los NGSS				
Concepto	Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras	Seguimiento de la altitud de un cohete	Construye un globo cohete de varias etapas	Optimiza el motor de un cohete de agua
Patrones				
Causa y efecto	✓		✓	✓
Escala, proporción y cantidad				
Sistema y modelos de sistemas	✓		✓	✓
Energía y materia			✓	✓
Estructura y función	✓			
Estabilidad y cambio				
Interdependencia de ciencias, ingeniería y tecnología	✓	✓	✓	✓
Influencia de la ingeniería, la tecnología y la ciencia en la sociedad y el mundo natural				

### Prácticas de ciencia e ingeniería de los NGSS

<https://ngss.nsta.org/PracticesFull.aspx>

Alineación de las actividades con las prácticas de ciencias e ingeniería de los NGSS				
Práctica	Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras	Seguimiento de la altitud de un cohete	Construye un globo cohete de varias etapas	Optimiza el motor de un cohete de agua
Hacer preguntas y definir problemas	✓		✓	✓
Desarrollo y uso de modelos	✓		✓	✓
Planificación y realización de investigaciones			✓	✓
Análisis e interpretación de datos	✓	✓		✓
Uso de las matemáticas y el pensamiento computacional	✓	✓	✓	✓
Construir explicaciones y diseñar soluciones:	✓		✓	✓
Participar en un argumento a partir de la evidencia				
Obtener, evaluar y comunicar información		✓		✓

### Estándares para estudiantes de la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (ISTE, por sus siglas en inglés)

<https://www.iste.org/standards/for-students>

Alineación de actividades con los estándares para estudiantes de la ISTE				
Estándar	Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras	Seguimiento de la altitud de un cohete	Construye un globo cohete de varias etapas	Optimiza el motor de un cohete de agua
Constructor de conocimiento				
3d	✓	✓		✓
Diseñador de innovación				
4a			✓	
4c	✓		✓	
4d				
Pensador computacional				
5c		✓	✓	
Colaborador mundial				
7c	✓	✓	✓	✓

## Estándares estatales básicos comunes (CCSS, por sus siglas en inglés) para matemáticas

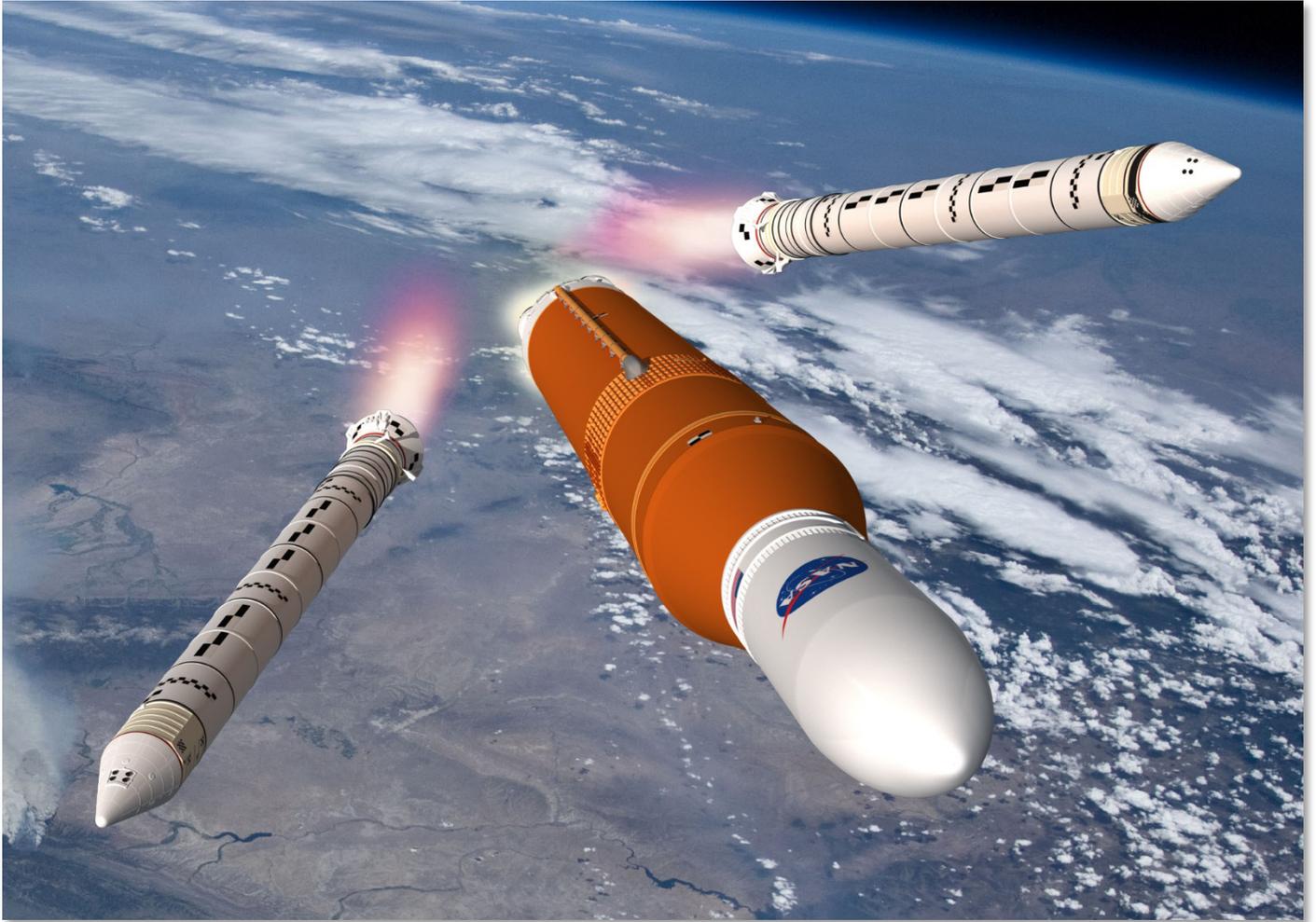
<http://www.corestandards.org/Math/>

Alineación de actividades con los estándares de contenido por dominio de nivel de grado de los CCSS				
Estándar	Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras	Seguimiento de la altitud de un cohete	Construye un globo cohete de varias etapas	Optimiza el motor de un cohete de agua
<b>6.º grado</b>				
CCSS.MATH.CONTENT.6.NS.B.3		✓		
CCSS.MATH.CONTENT.6.SP.B.5			✓	✓
<b>7.º grado</b>				
CCSS.MATH.CONTENT.7.NS.A.2		✓	✓	
CCSS.MATH.CONTENT.7.NS.A.3		✓	✓	

Alineación de actividades con los estándares de los CCSS para la práctica matemática				
Práctica	Diseño de un cohete de polietileno con aletas estabilizadoras	Seguimiento de la altitud de un cohete	Construye un globo cohete de varias etapas	Optimiza el motor de un cohete de agua
CCSS.MATH.PRACTICE.MP1	✓		✓	✓
CCSS.MATH.PRACTICE.MP2				
CCSS.MATH.PRACTICE.MP3	✓		✓	✓
CCSS.MATH.PRACTICE.MP4		✓		
CCSS.MATH.PRACTICE.MP5	✓	✓	✓	✓
CCSS.MATH.PRACTICE.MP6		✓		
CCSS.MATH.PRACTICE.MP7				
CCSS.MATH.PRACTICE.MP8				



Contraportada: Ilustración que muestra el Sistema de Lanzamiento Espacial (SLS) de la NASA en la configuración de carga Bloque 1 mientras abandona la Tierra. Los propulsores de combustible sólido producen el 75 por ciento del empuje para lanzar el vehículo y luego se separan del cohete SLS una vez que agotan su combustible. (NASA)



**Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio**

Sede de la NASA

300 E Street Southwest

Washington DC 20024-3210

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

NP-2020-02-2804-HQ