National Aeronautics and
Space Administration

21st Century Community Learning Center
Desafío de diseño de ingeniería de la NASA

Paracaidismo en Marte

Guía de facilitación para STEM

NASA: Porqué exploramos

El interés de la humanidad por los cielos ha sido universal y duradero. Los seres humanos están motivados para explorar lo desconocido, descubrir nuevos mundos, ampliar las fronteras de nuestros límites científicos y técnicos y seguir avanzando.

La exploración humana del espacio ayuda a abordar preguntas fundamentales sobre nuestro lugar en el universo y sobre la historia de nuestro sistema solar. Al abordar los desafíos relacionados con la exploración humana del espacio, expandimos la tecnología, creamos nuevas industrias y ayudamos a fomentar conexiones pacíficas con otras naciones. La curiosidad y la exploración son vitales para el espíritu humano. Aceptar el desafío de sumergirse profundamente en el espacio invitará a los ciudadanos del mundo de hoy y de las generaciones futuras a unirse a la NASA en este emocionante viaje.

Los Estados Unidos es un líder mundial en la búsqueda de nuevas fronteras, descubrimientos y conocimientos. La Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, más conocida como NASA (por sus siglas en inglés), desempeña un papel único en el liderazgo en el espacio de los Estados Unidos. La NASA ha llevado gente a la luna, ha enviado naves espaciales al Sol y a todos los planetas del sistema solar, y ha lanzado exploradores robóticos para viajar más allá del sistema solar. La misión de la NASA es descubrir y expandir el conocimiento en beneficio de la humanidad.

La NASA se formó en 1958 y ha acumulado una vasta historia de logros científicos y tecnológicos únicos en vuelos espaciales humanos. Desde la órbita alrededor de la tierra de John Glenn en 1962 en el Mercury Friendship 7, hasta las misiones del Apolo y los años de transbordadores espaciales, y hasta la actual Estación Espacial Internacional (ISI) que gira alrededor de la Tierra, la NASA está a la vanguardia de los vuelos espaciales tripulados.

Figura 1. Ilustración de la nave espacial Orión, un vehículo de tripulación multipropósito diseñado para transportar astronautas al espacio profundo. (NASA)

La NASA está liderando los próximos pasos hacia el espacio profundo cerca de la Luna, donde los astronautas construirán y comenzarán a probar los sistemas necesarios para realizar misiones desafiantes a destinos en el espacio profundo, incluso en Marte. Esta área del espacio cerca de la Luna ofrece un verdadero entorno de espacio profundo para adquirir experiencia para las misiones humanas que se adentran en el sistema solar, pero los astronautas estarán lo suficientemente cerca para acceder a la superficie lunar para misiones robóticas y, si es necesario, regresar a la Tierra en días y no semanas o meses.

El éxito futuro y el liderazgo global de la NASA estarán determinados, en gran medida, por las inversiones e innovaciones que hagamos hoy en la investigación científica, la tecnología y nuestra fuerza laboral. El enfoque de la NASA siempre ha sido, y siempre será, descubrir, inventar y comprobar nuevas tecnologías, herramientas y técnicas que permitirán a nuestra nación explorar el espacio y mejorar la vida en la Tierra.

Conexión con la carrera

¿Qué es un ingeniero? Un **ingeniero** es una persona que trabaja en un equipo para resolver un problema que los humanos quieren resolver o mejorar. Los ingenieros están en el corazón de cada desafío de ingeniería. Diseñan y construyen cosas que usamos todos los días. El video de la NASA para niños, "Introducción a la ingeniería" explica el papel de un ingeniero y lo puede compartir con sus estudiantes: http://youtu.be/wE-z_TJyzil. Después de ver el video, pida a los estudiantes que analicen qué aprendieron sobre lo que hace un ingeniero.

Figura 2. El ingeniero aeroespacial, Chris Randall, prueba las piezas de los cohetes y los sistemas de soporte vital para asegurarse de que funcionan según lo planeado. (NASA)

Algunos ejemplos de productos diseñados por la NASA incluyen los siguientes:

Figura 3. La ingeniera de sistemas de simulación, Debbie Martínez, trabaja en el desarrollo de un software de simulación de vuelos para la aviación general. (NASA)

- Máquinas portátiles de rayos x: los ingenieros de la NASA trabajaron para crear una pequeña máquina de rayos X de baja radiación para que los profesionales médicos pudieran examinar las lesiones de las personas en los lugares de los accidentes.
- Termómetros infrarrojos para oídos: los ingenieros de la NASA desarrollaron sensores de temperatura infrarrojos para misiones espaciales, y estos sensores se adaptaron para crear una manera más rápida y fácil de medir la temperatura corporal.
- Control de procesamiento de alimentos: los ingenieros de la NASA trabajaron con las compañías de producción de alimentos para crear un proceso para identificar los puntos críticos donde los alimentos podrían contaminarse.
- Aviones: los ingenieros de la NASA trabajan con compañías privadas para diseñar y desarrollar aviones más seguros, más silenciosos, más ligeros, más confiables y más eficientes en cuanto a combustible.

Los ingenieros ayudan a mejorar a la sociedad. Mujeres y hombres de todas las razas, etnias y estilos de vida pueden convertirse en ingenieros. Anime a los estudiantes a explorar los perfiles de carrera de los ingenieros de la NASA en https://www.nasa.gov/audience/forstudents/careers/profiles/index.html

Índice

NASA: Porqué exploramos iii
Conexión con la carrera iv

Introducción al desafío de diseño de ingeniería 1

Visión general del facilitador 2
Proceso de diseño de ingeniería 3
Desafío de diseño de ingeniería: Paracaidismo en Marte 4
Guía de ritmo 5
Resultados del aprendizaje 6
Evidencias del aprendizaje 7
Rúbrica de presentación del equipo 8

Facilitador Instrucciones 9

Material recomendado 10
Seguridad 11
Formación de equipos 12
Antecedentes de la misión de la NASA 13
Compromiso: Acceder al conocimiento existente 15
Exploración: Investigaciones científicas de respaldo 16
Investigación científica de respaldo 1: Arrastre 17
Apoyo a la investigación científica 2: Aterrizaje 19
Explicación: Discusión sobre las Investigaciones Científicas de Respaldo 21
Discusión sobre la Investigación 1: Arrastre 22
Discusión sobre la Investigación 2: Aterrizaje 23
Elaboración: El desafío de diseño de ingeniería 24
Proceso de diseño de ingeniería 25
El desafío de diseño de ingeniería 26
Diarios del desafío del equipo de estudiantes 27
Identificación de la necesidad o del problema 28
Investigación 29
Diseño 30
Análisis de los diseños 31
Prototipo 32
Probar y evaluar 33
Comunicar, explicar y compartir 34
Evaluación: Preguntas para el estudiante 36
Creación de presentaciones de soluciones 37
Hoja de cálculo de informes de presupuesto 38

Equipo de estudiantes Diario de desafíos 39

Apoyo a la investigación científica 1: Arrastre 40
Apoyo a la investigación científica 2: Aterrizaje 44
El proceso de diseño de ingeniería 48
El proceso de diseño de ingeniería: identificación de la necesidad o del problema . 49
El proceso de diseño de ingeniería: investigación 51

El proceso de diseño de ingeniería: Diseño 52
El proceso de diseño de ingeniería: selección de la mejor solución posible 53
El Proceso de diseño de ingeniería: Prototipo 54
El proceso de diseño de ingeniería: Probar y evaluar 55
El proceso de diseño de ingeniería: Comunicar, explicar y compartir 57
El proceso de diseño de ingeniería: Comunicar, explicar y compartir 58
Diagrama de progreso del equipo en el proceso de diseño de ingeniería 60
Presentación de la solución 61
Rúbrica de presentación del equipo 62
Lista de vocabulario 63
Apéndice 65
Recursos de la NASA 67

Introducción al desafío de diseño de ingeniería

Figura 4. Representación artística del Sistema de lanzamiento espacial. (NASA)

Visión general del facilitador

La NASA ha creado un **desafío de diseño de ingeniería (EDC)** que involucra a los estudiantes en el uso del **proceso de diseño de ingeniería (EDP)** para desarrollar soluciones a desafíos auténticos enfocados en la misión de la NASA.

El EDC sirve como una investigación auténtica e impulsada por estándares que permite a los estudiantes participar en el proceso de responder preguntas y resolver problemas como lo hacen los científicos e ingenieros de hoy en día. Este EDC brinda a los estudiantes oportunidades para adquirir habilidades tangibles que son esenciales en las carreras de ciencias, tecnología, ingeniería y matemática (STEM). Esta guía está organizada en tres secciones:

1. **Materiales introductorios:** establecen un nivel básico de comprensión sobre el EDP y el EDC y proporcionan herramientas para apoyar a los estudiantes a través del desafío.
2. **Instrucciones del facilitador:** se proporcionan instrucciones para que los facilitadores las utilicen a lo largo del desafío de diseño e incluyan herramientas para evaluar la comprensión de los estudiantes en cada paso.
3. **Diario del desafío del equipo de estudiantes:** contiene indicaciones y herramientas para guiar a los estudiantes a través del ciclo de pasos en el EDP mientras se documenta su trabajo para cada paso. Se sugiere que cada estudiante tenga una copia de este diario.

¿Qué es el proceso de diseño de ingeniería?

El EDP (por sus siglas en inglés) es una práctica sistemática para resolver problemas. Los ingenieros trabajan en el proceso para resolver problemas y crear nuevas tecnologías y sistemas que mejoren nuestras vidas. Todos los modelos de EDP comienzan identificando una necesidad o problema, pero no hay un camino definido o fijo hacia el objetivo final. El modelo EDP otorga a los solucionadores de problemas la flexibilidad para moverse entre los pasos según sea apropiado para el desafío al cual se enfrentan.

¿Qué es un desafío de diseño de ingeniería?

El EDC es un enfoque educativo centrado en el estudiante que organiza el aprendizaje en torno a un objetivo o desafío compartido. A los estudiantes se les presenta un desafío o problema y, utilizando el EDP, trabajan en equipos para completar actividades y experimentos para desarrollar soluciones para resolver ese problema. Estos desafíos facilitan el trabajo en equipo e involucran a los estudiantes en prácticas de resolución de problemas utilizadas por ingenieros en el mundo real.

Proceso de diseño de ingeniería

Figura 5. Proceso del modelo de diseño de ingeniería Modelo y texto de acompañamiento adaptados del Marco curricular de ingeniería y ciencia/tecnología de Massachusetts 2016, Departamento de educación primaria y secundaria de Massachusetts, http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04.pdf.

Identificación de una necesidad o problema. Identifique una necesidad o problema que deba ser resuelto, mejorado o solucionado. Identifique los criterios y las restricciones que deberán cumplirse para resolver el problema.

Investigación. Utilice recursos de internet, la biblioteca o conversaciones con científicos e ingenieros de la NASA para obtener más información sobre la necesidad o el problema y las posibles soluciones. Investigue cómo se está resolviendo este problema actualmente o qué esfuerzos están haciendo los científicos e ingenieros para encontrar una solución.

Diseño. Utilice toda la información recopilada para crear los diseños. El diseño incluye el modelado de posibles soluciones, el refinamiento de modelos y la elección del modelo que mejor se adapte a la necesidad o al problema original.

Prototipo. Construya un prototipo, o modelo físico, basado en los modelos de diseño. Los prototipos se utilizan para probar las soluciones propuestas.

Probar y evaluar. Pruebe el prototipo para determinar la eficacia con la que resuelve la necesidad o el problema. Recopile datos para utilizar como evidencia de éxito o de necesidad de mejora. Rediseñe y refine los prototipos para seguir buscando posibles soluciones.

Comunicar, explicar y compartir. Comunicar, explicar y compartir la solución y el diseño es esencial para decirle a los demás cómo funciona, cómo resuelve (o no resuelve) la necesidad o el problema identificado y cómo cumple (o no cumple) con los criterios y restricciones. Determinar cómo comunicarse y cómo actuar sobre una crítica constructiva es crítico.

Desafío de diseño de ingeniería: Paracaidismo en Marte

A medida que la NASA planea nuevas misiones robóticas y expediciones humanas a Marte, se vuelve más importante para las naves espaciales que transportan cargas útiles poder acomodar cargas más pesadas y más grandes con el fin de permitir una estancia prolongada en la superficie marciana. La NASA busca utilizar el arrastre atmosférico como una solución para las desaceleraciones atmosféricas planetarias, al desplegar dispositivos de arrastre de última generación a una gran velocidad supersónica con el fin de que la tripulación, la carga y los vehículos aterricen de forma segura. Actualmente, la NASA está realizando pruebas estratosféricas a gran escala de tecnologías de avanzada situadas por encima de la Tierra para probar su valor en futuras misiones a Marte.

Figura 6. El vehículo de prueba del Desacelerador Supersónico de Baja Densidad (LDSD, por sus siglas en inglés) es uno de varios dispositivos de arrastre que la NASA ha diseñado para aterrizar grandes cargas útiles en Marte. (NASA/JPL–Caltech)

El desafío

Dado que las naves espaciales que aterrizan en la superficie de Marte viajan a velocidades extremadamente altas, necesitan algún tipo de dispositivo de arrastre para detener la marcha de las aeronaves y evitar que choquen contra el planeta, dañándose en el proceso. A medida que las misiones aumentan su complejidad, los módulos de descenso y los astromóviles aumentan su peso y requieren dispositivos de arrastre más efectivos. Los ingenieros deben trabajar con límites (o restricciones) de masa, peso y espacio en un cohete para cumplir la misión con éxito. Los estudiantes trabajarán en equipos para diseñar y construir un dispositivo de arrastre que ralentizará el compartimento de carga construido por el equipo al caer desde una altura constante.

Criterios y restricciones

1. El dispositivo de arrastre debe conectarse a un compartimiento de carga construido en equipo ensamblado utilizando la plantilla que se proporciona en esta guía.
2. El dispositivo completo debe desplegarse desde 2 m y permanecer intacto durante todo el lanzamiento.
3. El compartimento de carga debe poder contener 10 g.
4. La masa total no podrá exceder los 50 g.

Guía de ritmo

La guía de ritmo ofrece una línea de tiempo sugerida para cada fase del proceso de diseño de ingeniería (EDP). Los facilitadores pueden condensar o ampliar el horario para acomodar las necesidades y exploraciones de sus equipos de estudiantes. Este desafío se puede completar en aproximadamente 20 sesiones, donde cada sesión es de aproximadamente 1 hora. Al finalizar cada fase del EDP los estudiantes comunicarán, explicarán y compartirán sus descubrimientos, éxitos y opiniones.

Actividad	Sesiones
Introducción • Complete las actividades de formación de equipos. • Explore los antecedentes de las misiones y las carreras de la NASA. • Complete las investigaciones de STEM. • Investigue cada fase del EDP.	2 sesiones
Identificación de una necesidad o de un problema • Explore el escenario del desafío y vea el video de introducción. • Identifique los criterios y las limitaciones del desafío.	2 sesiones
Investigación • Realice una lluvia de ideas para las preguntas de investigación relacionadas con el escenario del desafío. • Complete una tabla KWL. • Póngase en contacto con un científico o ingeniero de la NASA.	3 sesiones
Diseño • Complete un dibujo individual del prototipo basado en el escenario de desafío, los criterios y las restricciones. • Evalúe cada uno de los dibujos individuales en cuanto a la fuerza e ideas únicas. • Combine todos los dibujos e ideas individuales en un solo dibujo de equipo.	3 sesiones
Prototipo • Construya un prototipo usando el dibujo del equipo. • Evalúe el prototipo contra los criterios y las restricciones. • Cree una hoja de trabajo de presupuesto que registrará y calculará los costos de materiales. • Demuestre capacidad para trabajar de manera efectiva y respetuosa con diversos equipos.	3 sesiones
Probar y evaluar • Complete las pruebas del prototipo de acuerdo con los criterios y las limitaciones del desafío. • Recopile y analice datos de cada una de las pruebas. • Determine la mejor manera de mejorar el prototipo.	3 sesiones
Presentación del equipo de estudiantes • Recopile fotos y videos que ilustren el proceso que el equipo siguió para completar el desafío. • Represente todas las fases del EDP en la presentación del equipo de estudiantes. • Resuma cada uno de los éxitos y desafíos del equipo en la presentación.	4 sesiones

Resultados del aprendizaje

Estándares de educación

Los estándares de ingeniería que se abordan aquí están diseñados para los estudiantes de 6.º a 8.º grado basados en los Estándares de ciencia de la siguiente generación. Incluso si su estado no ha adoptado estos estándares, es probable que se encuentren ideas centrales similares con otros términos en los estándares de su estado.

Estándares abordados

Estándares de ciencia de la próxima generación
Diseño de ingeniería
• **MS-ETS1-1** Definir los criterios y las limitaciones de un problema de diseño con la precisión suficiente para garantizar una solución exitosa, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los posibles impactos en las personas y el entorno natural que pueda limitar las posibles soluciones.
• **MS-ETS1-2** Evaluar las soluciones de diseño que compiten mediante un proceso sistemático para determinar qué tan bien cumplen con los criterios y las limitaciones del problema.
• **MS-ETS1-3** Analizar los datos de las pruebas para determinar similitudes y diferencias entre varias soluciones de diseño para identificar las mejores características de cada uno, que se pueden combinar en una nueva solución para cumplir mejor con los criterios de éxito.
• **MS-ETS1-4** Desarrollar un modelo para generar datos para pruebas iterativas y la modificación de un objeto, herramienta o proceso propuesto, de modo que se pueda lograr un diseño óptimo.
• **MS-PS2-1** Aplicar la tercera ley de Newton para diseñar una solución a un problema que involucre el movimiento de dos objetos en colisión.
• **MS–PS2–2:** Planee 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.

Conceptos conectados

Estándares estatales comunes fundamentales	
Matemáticas	***Lengua y literatura inglesa***
• **MP.2** Razonar de forma abstracta y cuantitativamente.	• **RST.6-8.2** Determinar las ideas centrales o conclusiones de un texto; proporcionar un resumen preciso del texto distinto de los conocimientos u opiniones anteriores.
• **MP.4** Modelo con matemática.	• **RST.6-8.7** Integrar la información cuantitativa o técnica expresada en palabras en un texto con una versión de esa información expresada visualmente (por ejemplo, en un diagrama de flujo, diagrama, modelo, gráfico o tabla).
• **6.RP.1** Comprender el concepto de la proporción y usar un lenguaje de proporción para describir una relación de proporción entre dos cantidades.	• **WHST.6-8.7** Llevar a cabo proyectos cortos de investigación para responder a una pregunta (incluso una pregunta autogenerada), aprovechando varias fuentes y generando preguntas adicionales enfocadas y relacionadas que permitan múltiples vías de exploración.
• **6.RP.3** Usar el razonamiento de proporciones e índices para resolver problemas matemáticos y del mundo real.	• **WHST.6-8.8** Recopilar información relevante de múltiples fuentes impresas y digitales, usando los términos de búsqueda de manera efectiva; evaluar la credibilidad y exactitud de cada fuente; y citar o parafrasear los datos y conclusiones de otros, evitando el plagio y siguiendo un formato estándar de citas.
• **7.RP.2** Reconocer y representar relaciones proporcionales entre cantidades.	• **WHST.6-8.9** Obtener evidencia de textos informativos para apoyar el análisis, la reflexión y la investigación.
• **7.EE.3** Resolver problemas de múltiples pasos, de la vida real y matemáticos, planteados con números racionales positivos y negativos en cualquier forma (números enteros, fracciones y decimales), usando herramientas de forma estratégica. Aplicar propiedades de operaciones para calcular con números en cualquier forma; convertir entre formas según corresponda; y evaluar la razonabilidad de las respuestas mediante el cálculo mental y las estrategias de estimación.	• **SL.6-8.5** Integrar pantallas multimedia y visuales en presentaciones para aclarar información, fortalecer las afirmaciones y pruebas, y agregar interés.

Evidencias del aprendizaje

Esta guía utiliza una serie de herramientas para indicar el progreso del estudiante, entre ellas:

- Acceso a los conocimientos existentes y la evaluación del nivel de comprensión
- Material de respaldo como: investigaciones científicas, hojas de recopilación de datos y discusiones posteriores a la investigación
- Ejemplo de preguntas de guía para ayudar a facilitar las discusiones
- Una evaluación final, que incluye la creación de un video o una presentación de diapositivas que explica el proceso de diseño iterativo, los desafíos encontrados y cómo se tomaron las decisiones basadas en los conceptos aprendidos

Diario del desafío del equipo de estudiantes

El proceso de diseño de ingeniería (EDP) que utiliza cada equipo variará de un equipo a otro. Antes de comenzar el desafío de diseño de ingeniería, imprima y junte suficientes copias del Diario del Desafío del Equipo de Estudiantes en carpetas de tres anillos o de hojas sueltas para que cada estudiante reciba un diario completo. En la revista se incluyen las prácticas del EDP que los estudiantes usarán para registrar su progreso. Imprima copias adicionales de estas hojas del EDP y póngalas a disposición de los estudiantes. Los estudiantes seleccionarán las hojas apropiadas a medida que avanzan en el proceso. Indique a los estudiantes que trabajen página por página en sus diarios, documentando los desafíos que enfrentaron y los pasos que siguieron. Esta documentación ayudará a los estudiantes a preparar sus presentaciones finales.

Criterios de presentación de la solución

Los equipos de estudiantes deben usar el apartado de presentación del estudiante para guiarse a medida que trabajan para superar el desafío. El Organizador de presentaciones para estudiantes y el Cuadro de progreso del equipo son herramientas que los estudiantes pueden usar para ayudarse a crear un producto final que comunica claramente el progreso del equipo a través del desafío de diseño de ingeniería.

Una vez que se complete el video o la presentación de diapositivas, envíelo de acuerdo con las pautas del sitio web Y4Y (You for Youth).

Rúbrica de presentación del equipo

Nombre del estudiante_____ **Nombre del equipo**_____

La Rúbrica de presentación del equipo se utilizará para evaluar las presentaciones del equipo de estudiantes (video, presentación de estudiantes o presentación de diapositivas).

1. En la introducción, se incluyó el nombre del equipo, el nombre del desafío y el título de la presentación. La información personal o de identificación NO se proporcionó en la introducción.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

2. El equipo explicó el desafío, incluidos los criterios y las limitaciones.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

3. El equipo describió los resultados de su investigación, incluida la carrera de STEM que exploraron y la información que recopilaron de la conexión virtual con el científico o ingeniero de la NASA.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

4. El equipo explicó cómo utilizaron el proceso de diseño de ingeniería para diseñar y construir su prototipo o modelo final.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

5. Como conclusión, el equipo describió los desafíos y éxitos que experimentaron al construir, probar y mejorar su prototipo o modelo.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

Comentarios e incentivos

Facilitador Instrucciones

Material recomendado

Los siguientes materiales son necesarios para completar este desafío. La cantidad dependerá del número de estudiantes que participen. Si lo desea, puede usar alternativas y materiales adicionales, pero tenga en cuenta la seguridad cuando permita que los estudiantes traigan o manipulen materiales que podrían ser peligrosos.

Cada equipo requerirá los siguientes artículos:

- Balanza o pesa digital
- Cronómetro
- Cinta métrica
- Regla
- Cuerda fina (por ejemplo, hilo de bordar, cordel o hilo)
- Una bolsa de plástico pequeña y que pueda cerrarse herméticamente, para llevar la carga dentro de la cápsula
- Juntas, canicas o peniques que funcionarán para aumentar la masa
- Refuerzos para agujeros o calcomanías con agujeros
- Cada equipo debe tener una copia de la plantilla del compartimento de carga que se proporciona en esta guía. Se puede copiar en papel de cualquier peso, pero todas las copias deben tener el mismo peso.

Figura 7. Suministros del hogar que podrían usarse como materiales de construcción para el desafío.

Ejemplos de materiales adicionales que pueden ser utilizados:

- Papel de aluminio
- Globos
- Clips para carpeta
- Plástico de burbujas para embalar
- Cartón o cartulina
- Ganchos para tender ropa
- Paños
- Filtros de café
- Bolas de algodón
- Paletas para hacer artesanías o depresores linguales
- Pegamento en barra
- Platos de aluminio pequeños para hornear tartas
- Plastilina
- Bolsas de papel
- Clips para papel
- Tubos de toallas de papel o de papel higiénico (vacíos)
- Monedas de un centavo
- Huevos de plástico
- Envoltura de plástico
- Bandas elásticas
- Palitos para hacer brochetas o para revolver el café
- Engrapadoras y grapas
- Pajillas
- Cuerda
- Cinta (de enmascarar, eléctrica, transparente, de lámina metálica)

Seguridad

La seguridad, un tema importante para todas las áreas curriculares de la educación, es una preocupación especial para las actividades y cursos basados en STEM. Muchos estándares académicos nacionales y estatales abordan la necesidad de que las escuelas y áreas temáticas promuevan el desarrollo del conocimiento y las habilidades de los estudiantes en un entorno de aprendizaje seguro.

Los administradores escolares, maestros y facilitadores son responsables de proporcionar un entorno de aprendizaje que sea seguro, adecuado y con apoyo. Los facilitadores también son responsables del bienestar de sus estudiantes en el aula y en el laboratorio.

Los facilitadores deberán

- Aprobar todos los dibujos antes de que los estudiantes comiencen a construir sus diseños.
- Detectar diseños con estructuras endebles y combinaciones de materiales potencialmente peligrosas.
- Asegurarse de que los recursos estén limpios y secos, sin bordes afilados expuestos.
- Asegurarse de que ningún material esté dañado y que todos estén en buen estado.
- Prohibir que los estudiantes traigan o utilicen materiales adicionales para sus diseños sin aprobación previa.

Los estudiantes deberán

- Hacer que la seguridad sea una prioridad en todas las actividades.
- Usar gafas de seguridad cuando realicen todas las investigaciones y el desafío.
- Demostrar cortesía y respeto por las ideas expresadas por los demás integrantes del grupo.
- Usar las herramientas y los equipos de manera segura.
- Asumir la responsabilidad sobre su propia seguridad y la seguridad de los demás.

Formación de equipos

Comience por dividir a los estudiantes en equipos de no más de cuatro para que todos los estudiantes tengan la oportunidad de contribuir. Al trabajar como miembros de un equipo, los estudiantes desarrollan habilidades como la confianza, la cooperación y la toma de decisiones. Sin embargo, trabajar como miembro de un equipo puede ser un desafío para algunos estudiantes. Se recomiendan los siguientes ejercicios para ayudar a los equipos a comenzar a trabajar conjuntamente de manera efectiva.

Figura 8. Este parche del Apolo 11 muestra a un águila aterrizando en la Luna con una vista de la Tierra en el fondo. (NASA)

Establecer un nombre de equipo. Muchos equipos de la NASA son nombrados en base al trabajo que realizan.

Diseñar un emblema para la misión. Los equipos que trabajan en misiones y naves espaciales de la NASA se unifican en un emblema diseñado con símbolos e ilustraciones para identificar la misión del grupo.

Crear una declaración de visión. Esta es una breve oración o frase inspiradora que describe el objetivo principal del trabajo del equipo. La declaración de la visión actual de la NASA es "*Descubrir y expandir el conocimiento en beneficio de la humanidad*".

Cuando los estudiantes comiencen a trabajar juntos, sus fortalezas individuales se harán evidentes. Los estudiantes pueden ser ofrecerse voluntariamente o se les pueden asignar las tareas o responsabilidades que son vitales para completar el desafío. Los trabajos en equipo también pueden rotarse entre todos los miembros del equipo, para así poder darles a todos los estudiantes la oportunidad de mejorar sus habilidades de equipo. La siguiente lista incluye ejemplos de trabajos que los equipos de estudiantes deberán completar. Siéntase libre de proponer otros trabajos y recuerde que todos los miembros del equipo deben servir como constructores e ingenieros del equipo.

Ingeniero de diseño. Bocetos, esquemas, patrones o planos de las ideas que genera el equipo

Ingeniero técnico. Ensambla, da mantenimiento, repara y modifica los componentes estructurales del diseño

Ingeniero de operaciones. Configura y opera el prototipo para completar una prueba

Escritor de textos/productor de videos técnicos. Registra y organiza los datos y prepara la documentación (texto, imágenes o video) que será reportada y publicada

Antecedentes de la misión de la NASA

Marte

Marte es el cuarto planeta desde el Sol y está a aproximadamente a 228 millones de kilómetros de distancia. Marte es el próximo planeta más allá de la Tierra y tiene aproximadamente la mitad del tamaño de la Tierra. Conocido como el "Planeta Rojo", Marte obtiene su color rojo del hierro en su suelo.

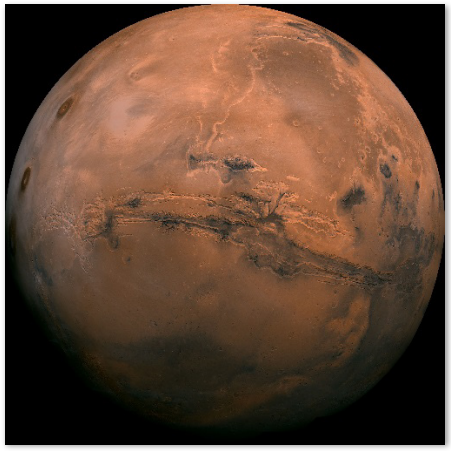


Figura 9. Fotografía compuesta de 102 imágenes de Marte del Viking Orbiter. (NASA)

Marte es muy frío y tiene una temperatura promedio de -62 °C (-79,6 °F), muy por debajo del punto de congelación del agua. Su superficie roja, rocosa y polvorienta está cubierta por cañones, volcanes inactivos y cráteres. Aunque la atmósfera marciana es considerablemente diferente a la de la Tierra, Marte tiene nubes, viento y polvo.

Las características de Marte y la Tierra son muy diferentes. La fuerza gravitacional en Marte es menor que la gravedad en la Tierra, lo que significa que una roca que cae en Marte lo haría más lentamente que una roca que cae en la Tierra. Una persona que pesa 45 kg (aproximadamente 100 lb) en la Tierra solo pesaría unos 17 kg (37 lb) en Marte debido a la gravedad reducida. La atmósfera de Marte es aproximadamente 100 veces más delgada que la de la Tierra. La atmósfera marciana tiene mucho menos oxígeno y mucho más dióxido de carbono que la atmósfera terrestre. Es muy difícil para la NASA aterrizar naves espaciales en la superficie de Marte porque hay menos moléculas de aire para que el paracaídas "atrape".

¿Cómo está la NASA explorando Marte hoy?

Las naves espaciales que orbitan Marte hoy en día usan herramientas para recopilar información científica, como la temperatura y los tipos de minerales en Marte. Estas naves espaciales toman imágenes y buscan agua.

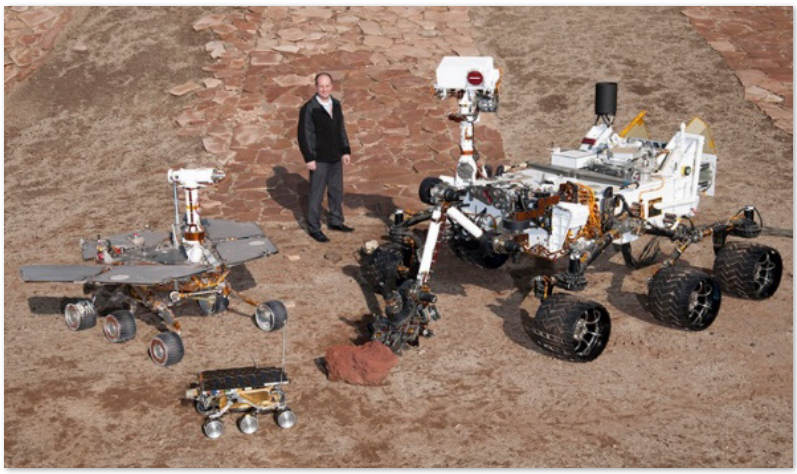


Figura 10. Réplicas de los exitosos astromóviles de Marte, mostrando la relación de tamaño. (NASA)

La NASA también ha aterrizado astromóviles (conocidos como rovers) llamados Sojourner, Spirit, Opportunity y Curiosity en la superficie de Marte. Estos astromóviles son robots que se mueven para tomar imágenes, realizar experimentos científicos y recopilar datos sobre el suelo y las rocas del planeta.

La NASA utiliza las imágenes y la información recopilada por la nave espacial en órbita y los astromóviles en la superficie del planeta para ayudar a determinar si alguna vez podría haber existido vida en Marte. Opportunity y Curiosity siguen proporcionando imágenes y datos a la NASA.

¿Cómo explorará la NASA Marte en el futuro?

La NASA está trabajando para enviar astronautas al Planeta Rojo. Con el fin de acomodar cargas más pesadas necesarias para misiones más largas, la NASA continúa desarrollando dispositivos de arrastre para aterrizar con seguridad la nave espacial en la superficie marciana. La NASA planea enviar más robots a Marte para recolectar muestras del suelo y las rocas marcianos y devolverlos a la Tierra para ser estudiados.

¿Cómo aterrizan las naves espaciales en la superficie marciana?

Los dispositivos que reducen la velocidad de los objetos en movimiento al crear arrastre vienen en muchas formas, tamaños y materiales. La NASA ha utilizado un diseño básico de paracaídas como un dispositivo de arrastre para aterrizar vehículos en la superficie de Marte desde 1976, cuando el primer dispositivo, Viking, aterrizó.

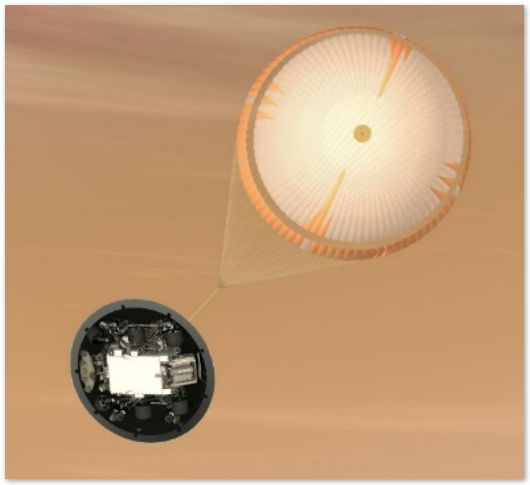


Figura 11. Concepto artístico del sistema de paracaídas para el astromóvil Curiosity del Mars Science Laboratory. (NASA)

Para llevar a cabo misiones de exploración avanzadas y aterrizar de manera segura naves más pesadas en Marte en el futuro, la NASA debe mejorar la tecnología de desaceleración (ralentizado) de grandes cargas útiles que viajan a velocidades supersónicas. La NASA está desarrollando nuevos sistemas grandes, robustos y ligeros para ofrecer vehículos de última generación y vehículos de aterrizaje en Marte. Estas nuevas tecnologías podrán reducir la velocidad de los módulos de aterrizaje más grandes y pesados, de velocidades supersónicas a velocidades más lentas necesarias para un aterrizaje seguro en Marte.

Compromiso: Acceder al conocimiento existente

Antes de comenzar el desafío de diseño de ingeniería, será útil identificar el conocimiento existente y el nivel de comprensión de los estudiantes utilizando una serie de preguntas guiadas relacionadas con este desafío específico. Esta discusión permitirá a los facilitadores adaptar el desafío y las investigaciones científicas de respaldo al grupo, maximizando el beneficio educativo.

Las siguientes preguntas proporcionan un punto de partida desde el cual se pueden discutir temas adicionales.

- ¿En qué se diferencia Marte de la Tierra?
- ¿Podríamos vivir en Marte hoy en día? ¿Por qué sí o por qué no?
- ¿Qué es un paracaídas?
- ¿Dónde ha visto paracaídas en uso?
- ¿Qué es el arrastre?
- ¿Puede nombrar algunas cosas que crean arrastre?

Vocabulario STEM

Los desafíos de diseño de ingeniería y el proceso de diseño de ingeniería (EDP) son conceptos que pueden ser desconocidos para sus estudiantes. Los estudiantes más pequeños, especialmente, pueden no haber escuchado palabras como "criterios" o "restricciones", que comúnmente se asocian con el diseño de ingeniería.

En esta guía se incluye una lista de palabras relacionadas del vocabulario de STEM. Si es práctico o apropiado, se puede crear un muro de vocabulario para ayudar a los estudiantes a familiarizarse con estas palabras.

Diario del desafío del equipo de estudiantes

Antes de pasar a las Investigaciones científicas de respaldo, proporcione a los estudiantes el Diario de desafío del equipo de estudiantes. Deben haber hojas adicionales disponibles a medida que los estudiantes trabajen en el desafío. Cuando sea posible, involucre a los estudiantes relacionando la información con sus vidas cotidianas.

Exploración: Investigaciones científicas de respaldo

Las siguientes páginas contienen dos Investigaciones científicas de respaldo para ayudar a los estudiantes a comprender el material de los antecedentes. Idealmente, los estudiantes realizarán ambas Investigaciones científicas de respaldo, pero los facilitadores deben asegurarse de que al menos una de estas investigaciones se complete antes de comenzar el desafío de diseño de ingeniería. Estas investigaciones explorarán los conceptos primarios utilizados durante el desafío.

Esta sección incluye las siguientes Investigaciones científicas de respaldo y sus respectivos conceptos:

- Investigación 1: Arrastre
  - El arrastre es una fuerza.
  - El arrastre se crea cuando un objeto interactúa con el aire.
  - La cantidad de arrastre creado es directamente proporcional al área de superficie del objeto.

- Investigación 2: Aterrizaje
  - El arrastre es una fuerza.
  - El arrastre afecta a la aceleración en forma negativa.

Investigación científica de respaldo 1: Arrastre

Concepto

Cada objeto que cae debido a la gravedad finalmente caerá a una velocidad constante. Para detener un objeto o ralentizarlo, se debe aplicar una cierta cantidad de resistencia para oponerse a la aceleración. A medida que el arrastre aumenta, un objeto disminuirá su velocidad de caída.

En esta actividad, los estudiantes verán los efectos del arrastre sobre un objeto que cae al dar forma a una hoja grande de papel y medir el tiempo que tarda en caer desde una distancia fija.

Figura 12. La rampa de arrastre del transbordador espacial Endeavour se despliega para reducir la velocidad del orbitador cuando aterriza en la Base de la Fuerza Aérea Edwards al concluir la misión STS-111 a la Estación Espacial Internacional en 2002. (NASA)

Materiales

Para cada pareja de estudiantes:

- Regla de un metro
- Hoja de papel grande
- Cronómetro
- Mesa

Procedimiento

1. Divida la clase en parejas. Los estudiantes tomarán turnos para soltar y cronometrar el objeto que cae.
2. Los estudiantes colocan la regla medidora sobre la mesa para que quede vertical. La regla medidora debe colocarse en el borde de la mesa. La parte superior de la regla (aproximadamente 2 m sobre el piso) será el punto de caída designado para cada iteración de la prueba.
3. Un estudiante de cada grupo dobla el papel por la mitad y sostiene la hoja de papel en forma horizontal sobre la parte superior de la regla medidora.
4. El estudiante suelta el papel mientras que el otro miembro del equipo mide cuánto tiempo tarda en caer al piso.
5. Los estudiantes registran el tiempo en sus Hojas de recopilación de datos.
6. Los estudiantes repiten esta prueba dos veces más para un total de tres iteraciones, registrando el tiempo de cada caída en sus Hojas de recopilación de datos.
7. Los estudiantes calculan el promedio de las tres caídas y lo registran en sus Hojas de recopilación de datos.

8. Los estudiantes doblan la hoja de papel en cuartos, una vez en cada dirección.
9. Los estudiantes sueltan el papel tres veces utilizando el método descrito en los pasos 3 y 4, registrando todos los tiempos y el promedio en sus Hojas de recopilación de datos. Recuerde a los estudiantes que cambien las funciones de soltar el papel y registrar el tiempo para que cada uno tenga la oportunidad de cronometrar.
10. Indique a los alumnos que repitan este experimento varias veces con varias modificaciones sobre el papel. No existe ninguna restricción en cuanto a cómo se dobla o despliega el papel. Dígales a los estudiantes que su objetivo es descubrir la forma que causa la mayor resistencia y, por lo tanto, el tiempo de caída más lento.
11. Haga que los estudiantes respondan las preguntas en sus Hojas de recopilación de datos.

Opciones para diferenciar la instrucción

Las siguientes sugerencias pueden usarse al modificar esta investigación para los estudiantes fuera del rango de edad o fuera de los niveles de habilidad designados.

Modificación

- Considere pliegues preestablecidos para la investigación.

Enriquecimiento

- Considere permitir a los estudiantes usar papel de diferentes pesos.

Apoyo a la investigación científica 2: Aterrizaje

Concepto

La misión del astromóvil Marte 2020 es parte del Programa de exploración de Marte de la NASA. La misión no solo busca signos de condiciones habitables en Marte, sino que también busca signos de vidas microbianas pasadas. La misión recopilará información para ayudar a futuras expediciones humanas a Marte. Esto incluye mejorar las técnicas de aterrizaje; identificar recursos para permitir la habitación humana; y caracterizar el clima, el polvo y otras condiciones ambientales que podrían afectar la forma en que los futuros astronautas viven y trabajan en Marte.

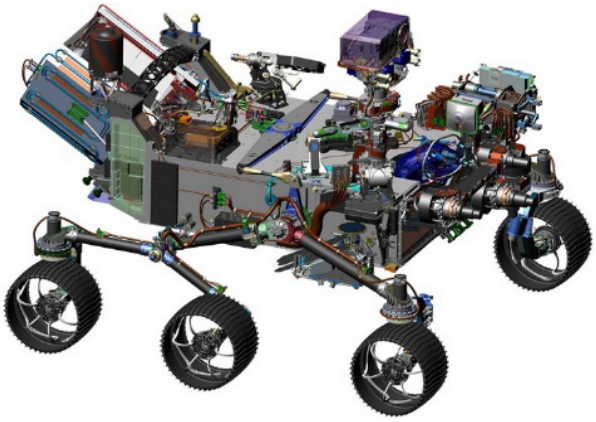


Figura 13. Diseño asistido por computadora del astromóvil Marte 2020 de la NASA. (NASA/JPL–Caltech)

La NASA utilizará el sistema de aterrizaje probado utilizado para aterrizar el astromóvil Curiosity. Sin embargo, con un equipo de ciencia más pesado, la nave tendrá que tener una forma de absorber la energía adicional del impacto del aterrizaje y, al mismo tiempo, proteger la carga.

Cada equipo diseñará y construirá un vehículo que imite el vehículo de aterrizaje del astromóvil Marte 2020. Los equipos desarrollarán un sistema de absorción de impactos que mantendrá los malvaviscos (carga) dentro de un vaso (compartimento de carga) al aterrizar durante una prueba de caída. No se permitirá a los equipos asegurar la carga con cinta. El desafío es desarrollar un sistema de absorción de impactos que absorba la transferencia de energía para que los malvaviscos permanezcan en la copa al aterrizar. Los equipos solo pueden usar los materiales provistos.

Materiales

Para cada pareja de estudiantes:

- Trozo de papel rígido o cartón de aproximadamente 10 x 13 cm (4 x 5 pulg.)
- Vaso pequeño de papel o plástico
- 4 fichas pequeñas
- Cinta métrica
- 2 malvaviscos de tamaño regular
- 10 malvaviscos miniaturas
- 3 bandas elásticas
- 8 pajillas de plástico
- Tijeras
- Cinta

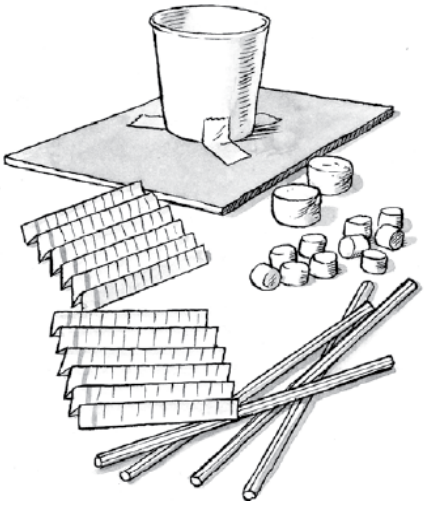


Figura 14. Materiales utilizados en la investigación sobre "aterrizaje".

Procedimiento

1. Asegure el compartimento de carga (vaso) en el módulo de aterrizaje (cartón). Los estudiantes dibujan un círculo alrededor de la parte inferior del vaso. Pueden dejar el vaso en su lugar durante el diseño y la construcción, o pueden quitarla para ayudar en la construcción del sistema de absorción de impactos. En cualquier caso, la bodega de carga debe asegurarse antes de la prueba.
2. Los estudiantes trabajan en parejas para diseñar un sistema de absorción de impactos con los materiales proporcionados.
3. Los estudiantes construyen su sistema de absorción de impactos diseñado y lo colocan en el módulo de aterrizaje de cartón.
4. Con el compartimento de carga asegurado al módulo de aterrizaje, coloque dos piezas de carga (los malvaviscos grandes) en el compartimento.
5. Los estudiantes dejarán caer el módulo de aterrizaje desde alturas de 50 cm, 100 cm y 150 cm.
6. Si la carga no permanece en el vaso, los estudiantes deberán rediseñar el sistema de absorción de impactos según lo permita el tiempo.

Notas

- Si un módulo de aterrizaje vuelca a medida que cae por el aire, asegúrese de que esté nivelado cuando se suelte. Compruebe que el vaso esté centrado en el cartón. Compruebe que el peso se distribuya de manera uniforme.
- Si la carga rebota fuera del vaso durante la prueba, agregue almohadillas suaves o cambie el número o la posición de los amortiguadores.

Opciones para diferenciar la instrucción

Las siguientes sugerencias pueden usarse al modificar esta investigación para los estudiantes fuera del rango de edad o fuera de los niveles de habilidad designados.

Modificación

- Considere darles a los estudiantes una imagen de uno de los astromóviles actuales de Marte y sugiera que modelen su diseño a partir de él.

Enriquecimiento

- Considere aumentar la masa de la carga agregando centavos u otros objetos pequeños, como arandelas.

Explicación: Discusión sobre las Investigaciones Científicas de Respaldo

Las siguientes discusiones de investigación están diseñadas para reforzar la comprensión de los estudiantes de los conceptos específicos aprendidos durante las Investigaciones científicas de respaldo.

Cada discusión se basa en la estrategia estándar Think-Pair-Share (pensar, emparejar, compartir) que fomenta la participación individual, el aprendizaje colaborativo y el pensamiento a nivel superior. Esta estrategia consta de tres partes:

- **Pensar**: los estudiantes piensan independientemente sobre la pregunta que se plantea.
- **Emparejar**: los estudiantes se agrupan en parejas para discutir sus pensamientos.
- **Compartir**: los estudiantes comparten sus ideas con toda la clase.

Concéntrese en una pregunta a la vez. Cuando los estudiantes hayan terminado de compartir sus pensamientos e ideas sobre la primera pregunta, pase a la segunda pregunta y repita el proceso.

Procedimiento

1. Las preguntas de discusión para cada investigación científica de apoyo se incluyen en esta guía.
2. Haga una de las preguntas de discusión para comenzar el proceso Think-Pair-Share.
3. Proporcione aproximadamente 5 minutos para que los estudiantes piensen independientemente.
4. A continuación, proporcione aproximadamente 5 minutos para que los estudiantes compartan en parejas.
5. Finalmente, haga que los estudiantes compartan sus ideas en una discusión de clase.

Discusión sobre la Investigación 1: Arrastre

Conceptos aprendidos

Los siguientes conceptos científicos deberían haberse realizado al llevar a cabo esta investigación:

- El arrastre es una fuerza.
- El arrastre se crea cuando un objeto interactúa con el aire.
- La cantidad de arrastre creado es directamente proporcional al área de superficie del objeto.

Preguntas de discusión

La actividad Arrastre utilizó la caída del papel para simular los efectos del arrastre en un objeto en movimiento.

Si tuviéramos que realizar la misma actividad en Marte,

1. ¿los resultados serían los mismos, más rápidos o más lentos que aquí en la Tierra? ¿Por qué?
2. Si el objetivo era producir la mayor resistencia posible, ¿cómo podría lograrlo?
3. ¿Cómo aplicaría lo que se aprendió en esta investigación al diseño?

Discusión sobre la Investigación 2: Aterrizaje

Conceptos aprendidos

Los siguientes conceptos científicos deberían haberse realizado al llevar a cabo esta investigación:

- Un objeto que cae tiene energía.
- Un objeto que cae al suelo transfiere esa energía al suelo.
- Los materiales pueden absorber energía durante el impacto.

Preguntas de discusión

La actividad de Aterrizaje mostró que un objeto gana energía (velocidad) a medida que cae debido a la gravedad que empuja hacia abajo al objeto. Para evitar que la carga se dañara al aterrizar, se tuvo que proteger con materiales que absorben energía.

1. Si este experimento se realizara en Marte, ¿el resultado sería diferente?
2. ¿Cuál de los materiales disponibles se desempeñó mejor en este desafío? ¿Funcionaría este material en el espacio? ¿Por qué sí o por qué no?
3. Guíe a los estudiantes para ayudarlos a establecer la conexión entre esta investigación y el desafío del diseño de ingeniería.

Elaboración: El desafío de diseño de ingeniería

Uso del proceso de diseño de ingeniería

Discuta el proceso de diseño de ingeniería (EDP) con los estudiantes y explique cómo los estudiantes usarán este proceso para superar el desafío de diseño de ingeniería. Las siguientes páginas explican cómo cada paso del EDP se relaciona con el desafío y cómo puede facilitar el proceso. Independientemente del paso realizado por cada equipo, es importante que trabajen de manera científica. Explique las hojas de EDP y cómo usar las páginas apropiadas para registrar ideas de grupo. Es importante que los estudiantes entiendan que pueden elegir cualquier camino a través del EDP, pero que deben poder comunicar por qué seleccionaron tal camino en particular.

Discuta con sus estudiantes la información cubierta en el desafío de diseño de ingeniería. Usando la información de fondo, hable sobre las misiones actuales de la NASA y cómo se relacionan con este desafío. Como clase, discutan los componentes individuales de este desafío. Explique los criterios específicos y verifique que los estudiantes hayan comprendido. Discuta con los estudiantes qué significan las restricciones, cómo y por qué son importantes y cómo se relacionan con sus experiencias diarias.

Considere usar una hoja de presupuesto con los estudiantes como componente opcional para el mundo real. Las sugerencias incluyen lo siguiente:

- Proporcione a los estudiantes una hoja de precios que indique el costo de los artículos que utilizaron para completar el desafío.
- Haga que los equipos utilicen la Hoja de datos de informes de presupuesto que se incluye aquí para determinar el costo de su solución según lo probado.
- Para el enriquecimiento, informe a los estudiantes que la NASA planea producir en masa su diseño para usarlo como vehículo de entrega para viajes de suministro mensuales a Marte, pero que debido a restricciones financieras, el presupuesto anual se fue reducido. Los estudiantes deberán rediseñar su prototipo para reducir los costos, pero sin reducir el rendimiento.

Proceso de diseño de ingeniería

Figura 15. Modelo del proceso de diseño de ingeniería. Modelo y texto de acompañamiento adaptados del Marco de Currículo de Ciencia y Tecnología/Ingeniería de Massachusetts 2016, Departamento de Educación Primaria y Secundaria de Massachusetts, http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04.pdf.

Identificación de una necesidad o problema. Identifique una necesidad o problema que deba ser resuelto, mejorado o solucionado. Identifique los criterios y las restricciones que deberán cumplirse para resolver el problema.

Investigación. Utilice recursos de internet, la biblioteca o conversaciones con científicos e ingenieros de la NASA para obtener más información sobre la necesidad o el problema y las posibles soluciones. Investigue cómo se está resolviendo este problema actualmente o qué esfuerzos están haciendo los científicos e ingenieros para encontrar una solución.

Diseño. Utilice toda la información recopilada para crear los diseños. El diseño incluye el modelado de posibles soluciones, el refinamiento de modelos y la elección del modelo que mejor se adapte a la necesidad o al problema original.

Prototipo. Construya un prototipo, o modelo físico, basado en los modelos de diseño. Los prototipos se utilizan para probar las soluciones propuestas.

Probar y evaluar. Pruebe el prototipo para determinar la eficacia con la que resuelve la necesidad o el problema. Recopile datos para utilizar como evidencia de éxito o de necesidad de mejora. Rediseñe y refine los prototipos para seguir buscando posibles soluciones.

Comunicar, explicar y compartir. Comunicar, explicar y compartir la solución y el diseño es esencial para decirle a los demás cómo funciona, cómo resuelve (o no resuelve) la necesidad o el problema identificado y cómo cumple (o no cumple) con los criterios y restricciones. Determinar cómo comunicarse y cómo actuar sobre una crítica constructiva es crítico.

El desafío de diseño de ingeniería

El desafío

Figura 16. El vehículo de prueba del Desacelerador Supersónico de Baja Densidad (LDSD, por sus siglas en inglés) es uno de varios dispositivos de arrastre que la NASA ha diseñado para aterrizar grandes cargas útiles en Marte. (NASA/JPL–Caltech)

Dado que las naves espaciales que aterrizan en la superficie de Marte viajan a velocidades extremadamente altas, necesitan algún tipo de dispositivo de arrastre para detener la marcha de las aeronaves y evitar que choquen contra el planeta, dañándose en el proceso. A medida que las misiones aumentan su complejidad, los módulos de descenso y los astromóviles aumentan su peso y requieren dispositivos de arrastre más efectivos. Los ingenieros deben trabajar con límites (o restricciones) de masa, peso y espacio en un cohete para cumplir la misión con éxito. Los estudiantes trabajarán en equipos para diseñar y construir un dispositivo de arrastre que ralentizará el compartimento de carga al caer desde una altura constante.

Criterios y restricciones

1. El dispositivo de arrastre debe conectarse a un compartimiento de carga construido en equipo ensamblado utilizando la plantilla que se proporciona en esta guía.
2. El dispositivo completo debe desplegarse desde 2 m y permanecer intacto durante todo el lanzamiento.
3. El compartimento de carga debe poder contener 10 g.
4. La masa total no podrá exceder los 50 g.

Opciones para diferenciar la instrucción

Las siguientes sugerencias pueden usarse al modificar el desafío de diseño de ingeniería para estudiantes fuera del rango de edad o fuera del nivel de habilidad designados.

Modificación

- Considere ensamblar el compartimento de carga para los estudiantes.

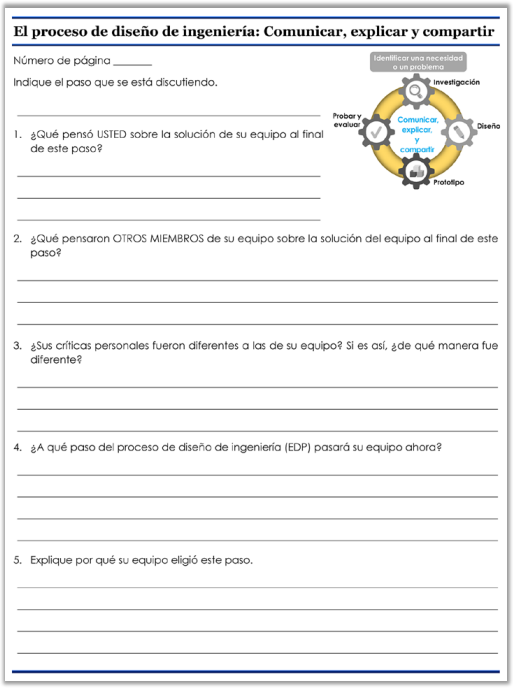
Enriquecimiento

- Después de que los estudiantes dominen el dispositivo de arrastre con una carga útil de 10 g, aumente ese peso a 15 g y luego a 20 g para probar el dispositivo con más masa.

Diarios del desafío del equipo de estudiantes

Los estudiantes crearán sus Diarios de desafío del equipo de estudiantes a medida que avanzan en el proceso de diseño de ingeniería (EDP) para resolver el desafío. Tómese un tiempo antes de comenzar el desafío para explicar a los estudiantes la mejor manera de documentar su trabajo y cuáles son los objetivos para completar el desafío. Las páginas deben documentar cómo los equipos de estudiantes se movieron a través del EDP. Se debe indicar a los estudiantes que utilicen tantas hojas como sea necesario para documentar cada paso del proceso.

1. Siempre debe completar el número de página. Esto ayudará a mantener las páginas en orden.
2. Indique a los estudiantes que colaboren dentro de sus equipos y use las cinco preguntas en la página de Comunicar, explicar y compartir para pensar dónde se encuentran en el proceso, antes de continuar con el siguiente paso. Permita el uso de copias adicionales de esta sección si es necesario. Aquí hay un ejemplo: "Estamos volviendo a la fase de diseño porque el prototipo no cumplió con los criterios. Fue 50 g más allá del límite".
3. Cuando documente la etapa del prototipo, recuérdele a los estudiantes que tomen nota de los desafíos que enfrentaron al construir el diseño y cómo se resolvieron esos desafíos.



El proceso de diseño de ingeniería: Comunicar, explicar y compartir

Número de página _____

Indique el paso que se está discutiendo.

_____

1. ¿Qué pensó USTED sobre la solución de su equipo al final de este paso?

_____

2. ¿Qué pensaron OTROS MIEMBROS de su equipo sobre la solución del equipo al final de este paso?

_____

3. ¿Sus críticas personales fueron diferentes a las de su equipo? Si es así, ¿de qué manera fue diferente?

_____

4. ¿A qué paso del proceso de diseño de ingeniería (EDP) pasará su equipo ahora?

_____

5. Explique por qué su equipo eligió este paso.

_____

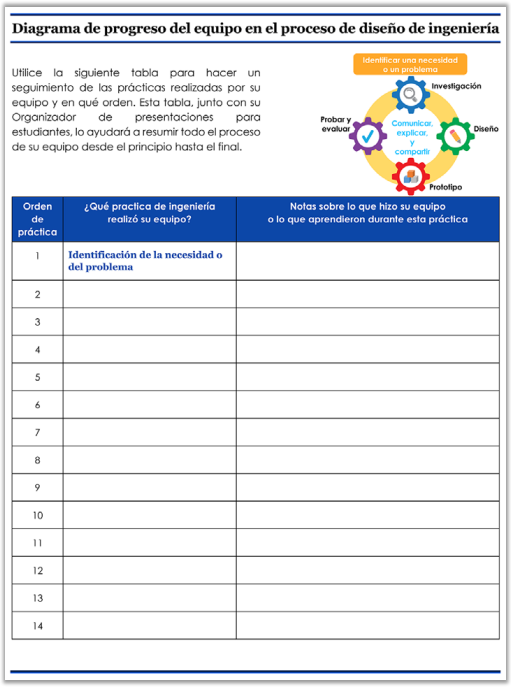


Diagrama de progreso del equipo en el proceso de diseño de ingeniería

Utilice la siguiente tabla para hacer un seguimiento de las prácticas realizadas por su equipo y en qué orden. Esta tabla, junto con su Organizador de presentaciones para estudiantes, lo ayudará a resumir todo el proceso de su equipo desde el principio hasta el final.

Orden de práctica	¿Qué practica de ingeniería realizó su equipo?	Notas sobre lo que hizo su equipo o lo que aprendieron durante esta práctica
1	Identificación de la necesidad o del problema	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

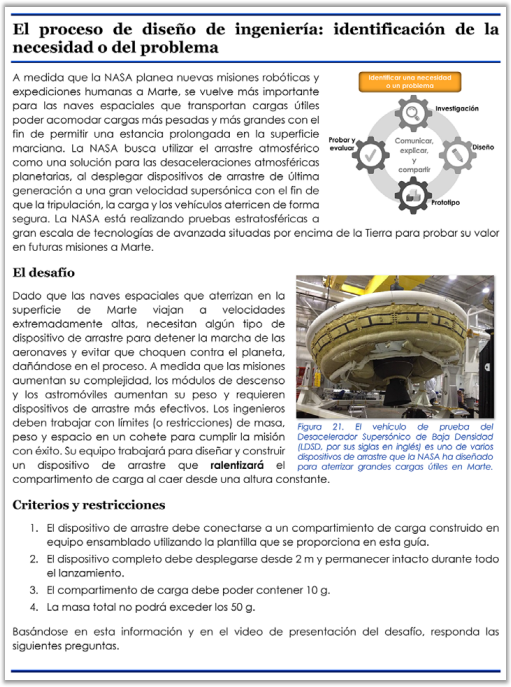
A medida que los estudiantes continúan con el proceso, deben registrar los pasos realizados en la Tabla de progreso del equipo, que se encuentra en la parte posterior del Diario de desafío del equipo de estudiantes. Considere a este cuadro como un índice para los diarios que se están creando a medida que los estudiantes avanzan en el proceso.

Para completar con éxito el desafío de diseño de ingeniería, los equipos deben usar el EDP. A medida que trabajen con los pasos del EDP, los estudiantes participarán en prácticas de ingeniería auténticas.

Identificación de la necesidad o del problema

Los estudiantes completan la página Identificar una necesidad o problema del Diario de desafío del equipo de estudiantes.

El diseño de ingeniería comienza identificando una necesidad o problema que se puede intentar resolver, mejorar o solucionar. Esto incluye típicamente la articulación de criterios y restricciones que definirán una solución exitosa.



El proceso de diseño de ingeniería: identificación de la necesidad o del problema

A medida que la NASA planea nuevas misiones robóticas y expediciones humanas a Marte, se vuelve más importante para las naves espaciales que transportan cargas útiles poder acomodar cargas más pesadas y más grandes con el fin de permitir una estancia prolongada en la superficie marciana. La NASA busca utilizar el arrastre atmosférico como una solución para las desaceleraciones atmosféricas planetarias, al desplegar dispositivos de arrastre de última generación a una gran velocidad supersónica con el fin de que la tripulación, la carga y los vehículos aterricen de forma segura. La NASA está realizando pruebas estratosféricas a gran escala de tecnologías de avanzada situadas por encima de la Tierra para probar su valor en futuras misiones a Marte.

Identificar una necesidad o un problema
Investigación
Diseño
Prototipo
Probar y evaluar
Comunicar, explicar, y compartir

El desafío

Dado que las naves espaciales que aterrizan en la superficie de Marte viajan a velocidades extremadamente altas, necesitan algún tipo de dispositivo de arrastre para detener la marcha de las aeronaves y evitar que choquen contra el planeta, dañándose en el proceso. A medida que las misiones aumentan su complejidad, los módulos de descenso y los astromóviles aumentan su peso y requieren dispositivos de arrastre más efectivos. Los ingenieros deben trabajar con límites (o restricciones) de masa, peso y espacio en un cohete para cumplir la misión con éxito. Su equipo trabajará para diseñar y construir un dispositivo de arrastre que **ralentizará** el compartimento de carga al caer desde una altura constante.

Figura 21. El vehículo de prueba del Desacelerador Supersónico de Baja Densidad (LDSD, por sus siglas en inglés) es uno de varios dispositivos de arrastre que la NASA ha diseñado para aterrizar grandes cargas útiles en Marte.

Criterios y restricciones

1. El dispositivo de arrastre debe conectarse a un compartimiento de carga construido en equipo ensamblado utilizando la plantilla que se proporciona en esta guía.
2. El dispositivo completo debe desplegarse desde 2 m y permanecer intacto durante todo el lanzamiento.
3. El compartimento de carga debe poder contener 10 g.
4. La masa total no podrá exceder los 50 g.

Basándose en esta información y en el video de presentación del desafío, responda las siguientes preguntas.

Preguntas orientadoras

Use las siguientes preguntas de guía como pautas de discusión para enfocar la comprensión del estudiante.

- ¿Cómo puede nuestro equipo diseñar un _____ que sea _____?
- ¿Qué hay que resolver o mejorar?
- ¿Qué estamos tratando de lograr?

Método de enseñanza

1. Revise el proceso de diseño de ingeniería con los estudiantes.
2. Muestre el video Principios de la ciencia y la tecnología de ingeniería (BEST) de la NASA titulado "Repetibilidad", que se encuentra en https://www.youtube.com/watch?v=-2Az1KDn-YM.
3. Pídales a los estudiantes que identifiquen los criterios específicos y las limitaciones del desafío de diseño.
4. Haga que los estudiantes completen la página Identificar una necesidad o problema del Diario de desafío del equipo de estudiantes.

Sugerencias de diferenciación

Modificaciones

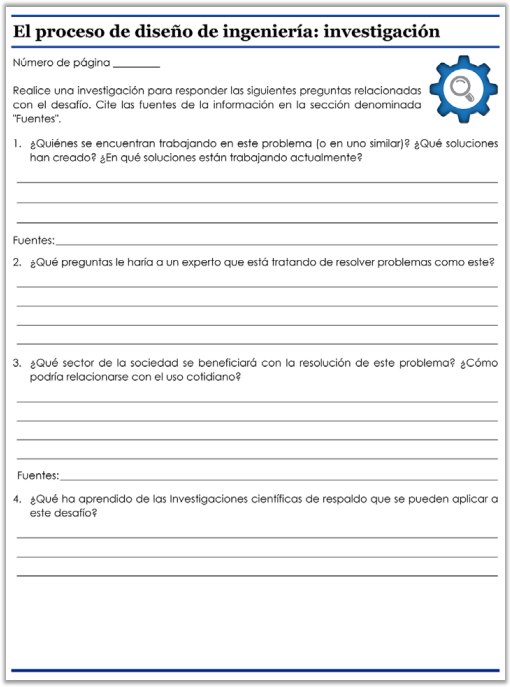
- Permita que los estudiantes tengan más tiempo para discutir el desafío en sí, el problema que debe resolverse y cómo se podría resolver.
- Introduzca criterios y restricciones de uno a la vez. Permita que los diseños de los estudiantes cumplan con un requisito del desafío antes de introducir requisitos adicionales.

Enriquecimiento

- Exija a los estudiantes que escriban una carta o un correo electrónico a un amigo como si estuvieran explicando su primer trabajo como ingeniero recién contratado de la NASA.

Investigación

Los estudiantes completan la página de investigación del Diario de desafío del equipo de estudiantes.



El proceso de diseño de ingeniería: investigación

Número de página _____

Realice una investigación para responder las siguientes preguntas relacionadas con el desafío. Cite las fuentes de la información en la sección denominada "Fuentes".

1. ¿Quiénes se encuentran trabajando en este problema (o en uno similar)? ¿Qué soluciones han creado? ¿En qué soluciones están trabajando actualmente?

Fuentes:

2. ¿Qué preguntas le haría a un experto que está tratando de resolver problemas como este?

3. ¿Qué sector de la sociedad se beneficiará con la resolución de este problema? ¿Cómo podría relacionarse con el uso cotidiano?

Fuentes:

4. ¿Qué ha aprendido de las investigaciones científicas de respaldo que se pueden aplicar a este desafío?

Se realiza una investigación para aprender más sobre la necesidad o el problema identificado y las posibles estrategias de solución. Los estudiantes pueden usar recursos de internet, la biblioteca o las charlas con expertos para examinar cómo este problema o problemas similares se están resolviendo actualmente.

Preguntas orientadoras

Use las siguientes preguntas de guía como pautas de discusión para enfocar la comprensión del estudiante.

- ¿Dónde puede encontrar más información sobre el tema?
- ¿Qué preguntas le haría a un experto o un ingeniero que está trabajando actualmente en este problema?
- ¿Qué sector de la sociedad se beneficiará con la resolución de este problema?

Método de enseñanza

1. Ayude a los estudiantes a responder cualquier pregunta que tengan sobre el desafío. Use internet o una biblioteca escolar para buscar respuestas.
2. Escriba cualquier pregunta sin respuesta y guárdela para preguntarle al experto en la materia (SME) de la NASA durante las conexiones en vivo.
3. Haga que los miembros del equipo completen la página de investigación en el Diario de desafío del equipo de estudiantes.

Sugerencias de diferenciación

Modificaciones

- Proporcione una lista de recursos en línea de buena reputación que los estudiantes pueden usar.
- Planifique una visita a una biblioteca.
- Genere parejas de estudiantes para que completen su investigación juntos.

Enriquecimiento

- Haga que los estudiantes proporcionen una cita con el formato correspondiente para uno o más recursos.

Diseño

Los estudiantes completan las páginas de diseño del Diario de desafío del equipo de estudiantes.

El proceso de diseño de ingeniería: Diseño

Número de página _____

Dibuje su diseño inicial en el espacio a continuación y etiquete cada parte de su dibujo.

Notas

La etapa de diseño incluye modelar posibles soluciones, refinar los modelos y elegir el modelo que mejor se adapte a la necesidad o problema original.

Preguntas orientadoras

Use las siguientes preguntas de guía como pautas de discusión para enfocar la comprensión del estudiante.

- ¿Cuáles son las diferentes maneras en que cada miembro del equipo puede imaginarse una forma de resolver el problema?
- ¿Qué necesitamos agregar al diseño?
- ¿Qué podría salir mal si agregamos algo al diseño?
- ¿Los dibujos abordan todos los criterios y restricciones?

Método de enseñanza

1. Pida a cada miembro del equipo que haga una lluvia de ideas individualmente y que haga bocetos que representan las ideas para una solución. Los estudiantes deben etiquetar e identificar claramente cada parte de su dibujo.
2. Cada miembro del equipo debe asegurarse de que los diseños cumplan con todas las restricciones y criterios.
3. Pida a los estudiantes que hagan un bosquejo de sus ideas en la página de diseño en el Diario de desafío del equipo de estudiantes.
4. Pida a los miembros del equipo que discutan sus ideas y dibujos con el resto del equipo.
5. Haga que los estudiantes registren las fortalezas de cada uno de los diseños.
6. Haga que los estudiantes completen la página La mejor solución posible en el Diario de desafío del equipo de estudiantes.

Sugerencias de diferenciación

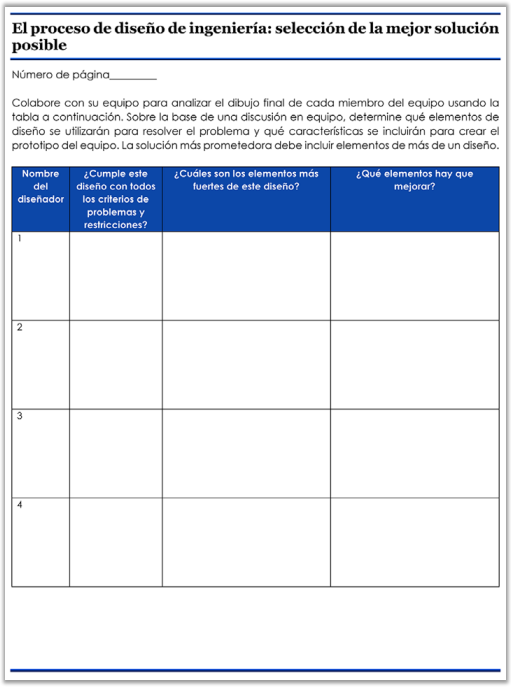
Modificaciones

- Anime a los estudiantes a crear una serie de guiones gráficos en lugar de un solo dibujo completo.
- Muestre a los estudiantes los materiales de construcción para ayudarlos a visualizar su boceto antes de comenzar el dibujo.

Enriquecimiento

- Exigir a los estudiantes que especifiquen las medidas.

Análisis de los diseños



El proceso de diseño de ingeniería: selección de la mejor solución posible

Número de página_____

Colabore con su equipo para analizar el dibujo final de cada miembro del equipo usando la tabla a continuación. Sobre la base de una discusión en equipo, determine qué elementos de diseño se utilizarán para resolver el problema y qué características se incluirán para crear el prototipo del equipo. La solución más prometedora debe incluir elementos de más de un diseño.

Nombre del diseñador	¿Cumple este diseño con todos los criterios de problemas y restricciones?	¿Cuáles son los elementos más fuertes de este diseño?	¿Qué elementos hay que mejorar?
1			
2			
3			
4			

Los miembros del equipo analizan el dibujo final de cada miembro utilizando la tabla provista en el Diario de desafío del equipo de estudiantes.

Sobre la base de una discusión en equipo, los miembros del equipo determinarán qué elementos de diseño se utilizarán para resolver el problema y qué características se incluirán para crear el prototipo del equipo. La solución más prometedora debe incluir elementos de más de un diseño.

Preguntas orientadoras

Use las siguientes preguntas de guía como pautas de discusión para enfocar la comprensión del estudiante.

- ¿Cuál es la fortaleza de diseño individual de cada estudiante?
- ¿Cómo se puede incorporar eso en un diseño grupal?
- ¿Están relacionadas las fortalezas de cada diseño con los criterios y las limitaciones del desafío?
- ¿Están los elementos del diseño de cada miembro del equipo representados en el diseño final?

Sugerencias de diferenciación

Modificación

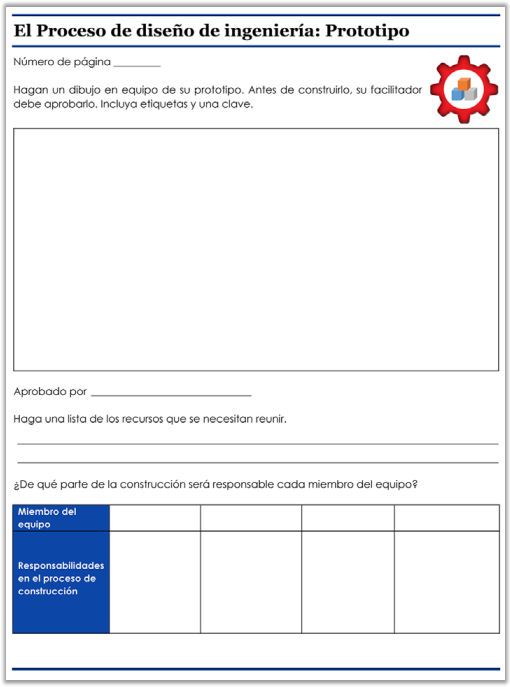
- Haga que los estudiantes elijan un aspecto o característica específica del dibujo de cada miembro del equipo para discutir en el grupo de a uno a la vez.

Enriquecimiento

- Exija a los estudiantes que dibujen una o más partes del diseño a escala.

Prototipo

Los estudiantes completan la página de prototipos del Diario de desafío del equipo de estudiantes.



El Proceso de diseño de ingeniería: Prototipo

Número de página _____

Hagan un dibujo en equipo de su prototipo. Antes de construirlo, su facilitador debe aprobarlo. Incluya etiquetas y una clave.

Aprobado por _____

Haga una lista de los recursos que se necesitan reunir.

¿De qué parte de la construcción será responsable cada miembro del equipo?

Miembro del equipo				
Responsabilidades en el proceso de construcción				

Se construye un prototipo basado en el modelo de diseño y se usa para probar la solución propuesta. Un diseño final debe dibujarse con precisión y etiquetarse con una llave. Los facilitadores deben aprobar los dibujos finales antes de que comience la construcción. Se espera que los facilitadores ayuden a los estudiantes según sea necesario para garantizar la seguridad en el aula.

Preguntas orientadoras

Use las siguientes preguntas de guía como pautas de discusión para enfocar la comprensión del estudiante.

- ¿Qué recursos necesita reunir su equipo?
- ¿Cuál es el plan?
- ¿Qué está haciendo cada uno?

Método de enseñanza

1. Pida a cada equipo que identifique el diseño que parece resolver el problema.
2. Un diagrama final del diseño debe dibujarse con precisión y etiquetarse con una llave.
3. Haga que cada equipo determine qué materiales necesitarán para desarrollar su diseño y asigne responsabilidades a los miembros del equipo para completar el prototipo.
4. Asegúrese de aprobar los dibujos finales antes de que comience la construcción.
5. Después de que los equipos reciban sus materiales para construir su prototipo, pídales que completen una hoja de presupuesto que muestre los costos de sus materiales de construcción.
6. Haga que los equipos construyan sus prototipos utilizando sus dibujos.
7. Haga que los equipos completen la página de prototipos en el Diario de desafío del equipo de estudiantes.

Sugerencias de diferenciación

Modificación

- Dele a los estudiantes un tiempo adicional para analizar diversos materiales antes de construir el modelo.

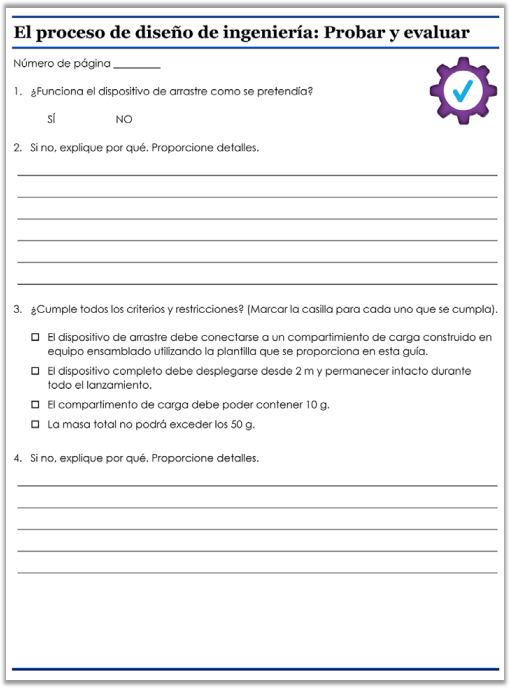
Enriquecimiento

- Limite los materiales para agregar complejidad (por ejemplo, solo 1 m de cinta adhesiva).

Probar y evaluar

Los estudiantes completan las páginas de Prueba y evaluación del Diario del desafío del equipo de estudiantes.

Los equipos de estudiantes deben probar sus prototipos para determinar la eficacia con la que abordaron la necesidad o el problema y recopilar datos para que sirvan como evidencia de su éxito o necesidad de mejora. Recuerde a los estudiantes que deben probar sus prototipos un mínimo de tres veces en cada iteración para garantizar la validez de sus resultados.



El proceso de diseño de ingeniería: Probar y evaluar

Número de página _____

1. ¿Funciona el dispositivo de arrastre como se pretendía?

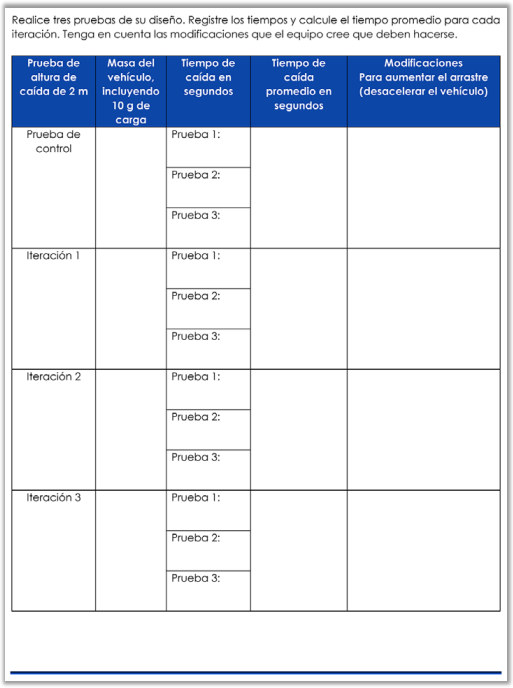
   SÍ NO

2. Si no, explique por qué. Proporcione detalles.

3. ¿Cumple todos los criterios y restricciones? (Marcar la casilla para cada uno que se cumpla).

   - ☐ El dispositivo de arrastre debe conectarse a un compartimiento de carga construido en equipo ensamblado utilizando la plantilla que se proporciona en esta guía.
   - ☐ El dispositivo completo debe desplegarse desde 2 m y permanecer intacto durante todo el lanzamiento.
   - ☐ El compartimento de carga debe poder contener 10 g.
   - ☐ La masa total no podrá exceder los 50 g.

4. Si no, explique por qué. Proporcione detalles.



Realice tres pruebas de su diseño. Registre los tiempos y calcule el tiempo promedio para cada iteración. Tenga en cuenta las modificaciones que el equipo cree que deben hacerse.

Prueba de altura de caída de 2 m	Masa del vehículo, incluyendo 10 g de carga	Tiempo de caída en segundos	Tiempo de caída promedio en segundos	Modificaciones Para aumentar el arrastre (desacelerar el vehículo)
Prueba de control		Prueba 1:		
		Prueba 2:		
		Prueba 3:		
Iteración 1		Prueba 1:		
		Prueba 2:		
		Prueba 3:		
Iteración 2		Prueba 1:		
		Prueba 2:		
		Prueba 3:		
Iteración 3		Prueba 1:		
		Prueba 2:		
		Prueba 3:		

Preguntas orientadoras

Use las siguientes preguntas de guía como pautas de discusión para enfocar la comprensión del estudiante.

- ¿Recogió el equipo datos suficientes para analizar el diseño?
- ¿Cómo se comportó el prototipo cuando se sometió a la prueba?
- ¿El diseño cumplió o superó los criterios y restricciones?

Método de enseñanza

1. Visite a cada equipo y ponga a prueba sus diseños para asegurarse de que cumplan con todos los criterios y limitaciones del desafío.
2. Haga que los equipos completen las páginas de Prueba y evaluación en el Diario del desafío del equipo de estudiantes.

Sugerencias de diferenciación

Modificación

- Anime a los estudiantes a probar solo un criterio o restricción a la vez en lugar de probar todos al mismo tiempo.

Enriquecimiento

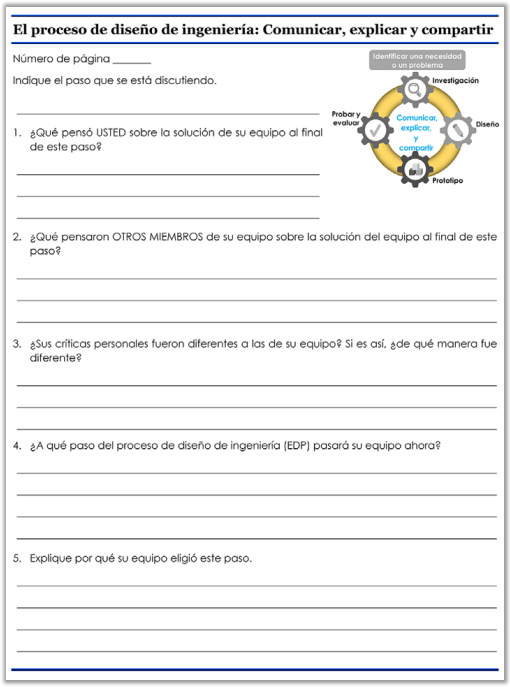
- Cree un diagrama de dispersión de los resultados de la prueba.

Comunicar, explicar y compartir

Los estudiantes completan las páginas Comunicar, explicar y compartir del Diario de desafío del equipo de estudiantes.

A lo largo del proceso, los estudiantes tomarán tiempo para reflexionar sobre su progreso y considerar qué pasos deben tomarse a continuación. Para este desafío, los estudiantes compartirán con sus compañeros, tanto individualmente como con todo el grupo. Los comentarios orales y escritos de los compañeros ayudarán a los estudiantes a mejorar sus soluciones y diseños. Es importante que los estudiantes aprendan el proceso de revisión por pares y que acepten las sugerencias de otros.

Los estudiantes completarán las páginas Comunicar, explicar y compartir después de cada paso para mantener la orientación y el enfoque durante el proceso de diseño de ingeniería (EDP). Comunicar, explicar y compartir la solución y el diseño es esencial para comunicar cómo funciona, cómo resuelve la necesidad o el problema identificados y cómo cumple con los criterios y las restricciones. El uso del Organizador de presentaciones para estudiantes ayudará a los estudiantes a crear la presentación que se enviará cuando se complete el desafío.



El proceso de diseño de ingeniería: Comunicar, explicar y compartir

Número de página _____

Indique el paso que se está discutiendo.

_____

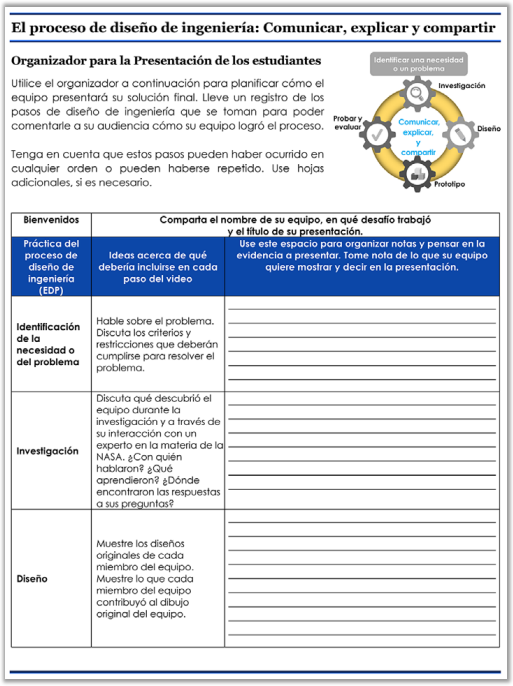
1. ¿Qué pensó USTED sobre la solución de su equipo al final de este paso?

2. ¿Qué pensaron OTROS MIEMBROS de su equipo sobre la solución del equipo al final de este paso?

3. ¿Sus críticas personales fueron diferentes a las de su equipo? Si es así, ¿de qué manera fue diferente?

4. ¿A qué paso del proceso de diseño de ingeniería (EDP) pasará su equipo ahora?

5. Explique por qué su equipo eligió este paso.



El proceso de diseño de ingeniería: Comunicar, explicar y compartir

Organizador para la Presentación de los estudiantes

Utilice el organizador a continuación para planificar cómo el equipo presentará su solución final. Lleve un registro de los pasos de diseño de ingeniería que se toman para poder comentarle a su audiencia cómo su equipo logró el proceso.

Tenga en cuenta que estos pasos pueden haber ocurrido en cualquier orden o pueden haberse repetido. Use hojas adicionales, si es necesario.

Bienvenidos	Comparta el nombre de su equipo, en qué desafío trabajó y el título de su presentación.	
Práctica del proceso de diseño de ingeniería (EDP)	**Ideas acerca de qué debería incluirse en cada paso del video**	**Use este espacio para organizar notas y pensar en la evidencia a presentar. Tome nota de lo que su equipo quiere mostrar y decir en la presentación.**
Identificación de la necesidad o del problema	Hable sobre el problema. Discuta los criterios y restricciones que deberán cumplirse para resolver el problema.	
Investigación	Discuta qué descubrió el equipo durante la investigación y a través de su interacción con un experto en la materia de la NASA. ¿Con quién hablaron? ¿Qué aprendieron? ¿Dónde encontraron las respuestas a sus preguntas?	
Diseño	Muestre los diseños originales de cada miembro del equipo. Muestre lo que cada miembro del equipo contribuyó al dibujo original del equipo.	

Preguntas orientadoras

Use las siguientes preguntas de guía como pautas de discusión para enfocar la comprensión del estudiante.

- ¿Qué funcionó o no funcionó en la última versión del diseño? ¿Por qué sí o por qué no?
- ¿Cuáles son los beneficios y las contras de esta solución?
- ¿Cada equipo mostró haber utilizado todos los procesos del EDP?

Método de enseñanza

1. Pida a los miembros del equipo que documenten e informen los resultados de sus diseños.
2. Pida a los estudiantes que identifiquen qué cambios se hicieron con cada iteración del diseño y qué cree el equipo que hizo que el diseño tuviera éxito o fracasara.

3. Los estudiantes deben completar las hojas correspondientes en el Diario de desafío del equipo de estudiantes para ayudarles a pensar cómo completaron cada paso del EDP.
4. Los estudiantes deben usar la Tabla de progreso del equipo para documentar el progreso a medida que trabajan en sus soluciones.
5. Los equipos deben usar el Organizador de presentaciones para estudiantes para guiarlos a través de la creación del video del equipo o la presentación de diapositivas.

Sugerencias de diferenciación

Modificación

- Proporcione algunas preguntas básicas con respuestas de sí/no para que los estudiantes respondan y determinen si su diseño fue exitoso o no.

Enriquecimiento

- Haga que los equipos de estudiantes usen una variedad de medios para crear sus presentaciones.

Evaluación: Preguntas para el estudiante

Las siguientes preguntas están diseñadas para ayudar a iniciar una discusión con sus estudiantes. Una vez completado el desafío de diseño, haga que los equipos trabajen juntos para responder estas preguntas.

1. ¿Por qué su equipo utilizó este enfoque para resolver el problema?
2. ¿Cómo le ayudó su investigación a decidir que esta era la mejor solución?

   Aliente a los estudiantes a hablar sobre sus procesos de pensamiento. ¿Cómo tomaron sus decisiones? ¿Fue su enfoque lógico y bien razonado? ¿Entienden los objetivos?
3. ¿Qué cambios hicieron en su diseño durante sus iteraciones de rediseño?
4. ¿Cómo podrían mejorar aún más su diseño?

   Las preguntas 3 y 4 confirmarán que los estudiantes han identificado correctamente los defectos en sus diseños y que están trabajando para corregirlos.
5. ¿Cuáles fueron los mayores desafíos para su equipo a lo largo de este proceso?

   Enfatice y deje en claro para los estudiantes que incluso los ingenieros más exitosos tienen contratiempos.
6. ¿Qué estrategias utilizó su equipo que demostraron ser efectivas para superar los desafíos?

   Haga que los estudiantes expliquen por qué eligieron ciertas opciones o estrategias. ¿El debate o la discusión colaborativa les ayudó a generar más o mejores ideas?
7. ¿Cómo usaron el proceso de diseño de ingeniería (EDP) para ayudar a su diseño?

   Asegúrese de que los estudiantes hablen sobre cada práctica y discutan cómo el proceso los ayudó a completar el desafío.
8. ¿Qué preocupaciones deben considerarse al construir un dispositivo de arrastre de calidad?

   Haga hincapié en la seguridad y en el cumplimiento de los criterios y limitaciones. Aliente a los estudiantes a utilizar la terminología científica adecuada y el vocabulario incluido en esta guía.
9. ¿Qué problemas específicos tuvo que abordar al diseñar el dispositivo de arrastre?

   Esto podría incluir problemas técnicos así como problemas interpersonales. Enfatice la forma en que los estudiantes trabajaron para encontrar una solución para cada problema. ¿Los datos de prueba fueron consistentes? Haga que los estudiantes describan cualquier resultado inusual y que cuenten lo que pudo haber sucedido para causarlos.
10. Si fuera un astronauta camino a Marte, ¿confiaría en el dispositivo de arrastre que su equipo diseñó para aterrizar de manera segura los suministros durante una estadía prolongada en el planeta? ¿Por qué sí o por qué no?

    Esta pregunta puede servir dos propósitos. Uno es permitir que los estudiantes se visualicen a sí mismos como astronautas como una forma de evaluar su solución en un contexto del mundo real. El otro es permitir que los estudiantes consideren varias opciones profesionales como ser ingeniero eléctrico o mecánico, técnico de reparación o científico de carga.

Creación de presentaciones de soluciones

Para la etapa final del desafío, los estudiantes documentarán su progreso en un video o presentación de diapositivas para compartir con otros grupos que hayan completado este desafío de diseño de ingeniería. El Diario de desafío del equipo de estudiantes fue diseñado para ayudar a documentar cada etapa del proceso de diseño de ingeniería (EDP). Aliente a los estudiantes a usar sus diarios para ayudar a construir la presentación.

Pautas para la presentación

La presentación final debe cumplir con las siguientes pautas:

- La introducción debe decir esto: "Este es el equipo (nombre del equipo) y trabajamos en (nombre del desafío). El título de nuestra presentación es (título de la presentación)".

  No identifique por nombre a ningún estudiante, maestro, escuela, grupo, ciudad o región en su presentación. Los envíos que no sigan estas instrucciones serán descalificados.

- La presentación debe documentar cada paso que los estudiantes tomaron para completar el desafío, incluidas las Investigaciones científicas de respaldo.
- Identifique cualquier información provista por expertos en la materia (SME) de la NASA que lo hayan ayudado en su diseño o prueba.
- Explique qué características del diseño proporcionaron los resultados más confiables y por qué.
- La duración total de la presentación debe ser entre 3 y 5 minutos.

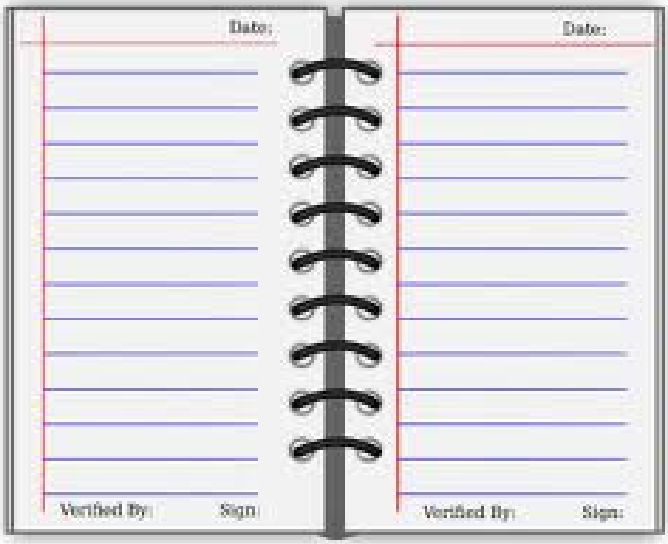
Una vez que se complete el video o el documento en diapositivas, envíe las presentaciones utilizando el proceso explicado en el sitio web Y4Y (You for Youth).

Hoja de cálculo de informes de presupuesto

Indicaciones: Como equipo, complete la hoja de costos a continuación. Asegúrese de incluir todos los materiales necesarios, el costo unitario, la cantidad y el total del artículo necesario para completar su diseño. Al final, sume el costo total de su solución.

Número de línea del artículo	Material	Costo unitario	Cantidad	Total de artículos
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
			Costo total:	

Equipo de estudiantes
Diario de desafíos



Apoyo a la investigación científica 1: Arrastre

Concepto

Cada objeto que cae debido a la gravedad finalmente caerá a una velocidad constante. Para detener un objeto o ralentizarlo, se debe aplicar una cierta cantidad de resistencia para oponerse a la aceleración. A medida que el arrastre aumenta, un objeto disminuirá su velocidad de caída.

En esta actividad, verá los efectos del arrastre sobre un objeto que cae al dar forma a una hoja grande de papel y medir el tiempo que tarda en caer desde una distancia fija.

Figura 17. La rampa de arrastre del transbordador espacial Endeavour se despliega para reducir la velocidad del orbitador cuando aterriza en la Base de la Fuerza Aérea Edwards al concluir la misión STS-111 a la Estación Espacial Internacional en 2002. (NASA)

Materiales

Para cada pareja de estudiantes:

- Regla de un metro
- Hoja de papel grande
- Cronómetro
- Mesa

Procedimiento

1. Por medio del trabajo en parejas, tome turnos para soltar o registrar el tiempo que tarda el objeto en caer.
2. Coloque la regla medidora sobre la mesa para que quede vertical. La regla medidora debe colocarse en el borde de la mesa. Usted dejará caer el papel desde la parte superior de la regla medidora hacia el piso.
3. Un estudiante de cada grupo dobla el papel por la mitad y sostiene la hoja de papel en forma horizontal sobre la parte superior de la regla medidora.
4. Suelte el papel mientras su compañero registra el tiempo que tarda en caer al suelo.
5. Registre el tiempo en su Hoja de recopilación de datos.
6. Repita esta caída dos veces más para un total de tres iteraciones. Registre los tiempos en su Hoja de recopilación de datos.
7. Calcule el promedio de las tres caídas y registre el mismo en su Hoja de recopilación de datos.
8. Doble la hoja de papel en cuatro.
9. Suelte el papel tres veces utilizando el método descrito en los pasos 3 y 4. Registre todos los tiempos y el promedio en su Hoja de recopilación de datos.
10. Repita este experimento varias veces, probando diferentes formas en el papel. No existe ninguna restricción en cuanto a cómo se dobla o despliega el papel.
11. Responda las preguntas proporcionadas en la Hoja de Recopilación de Datos.

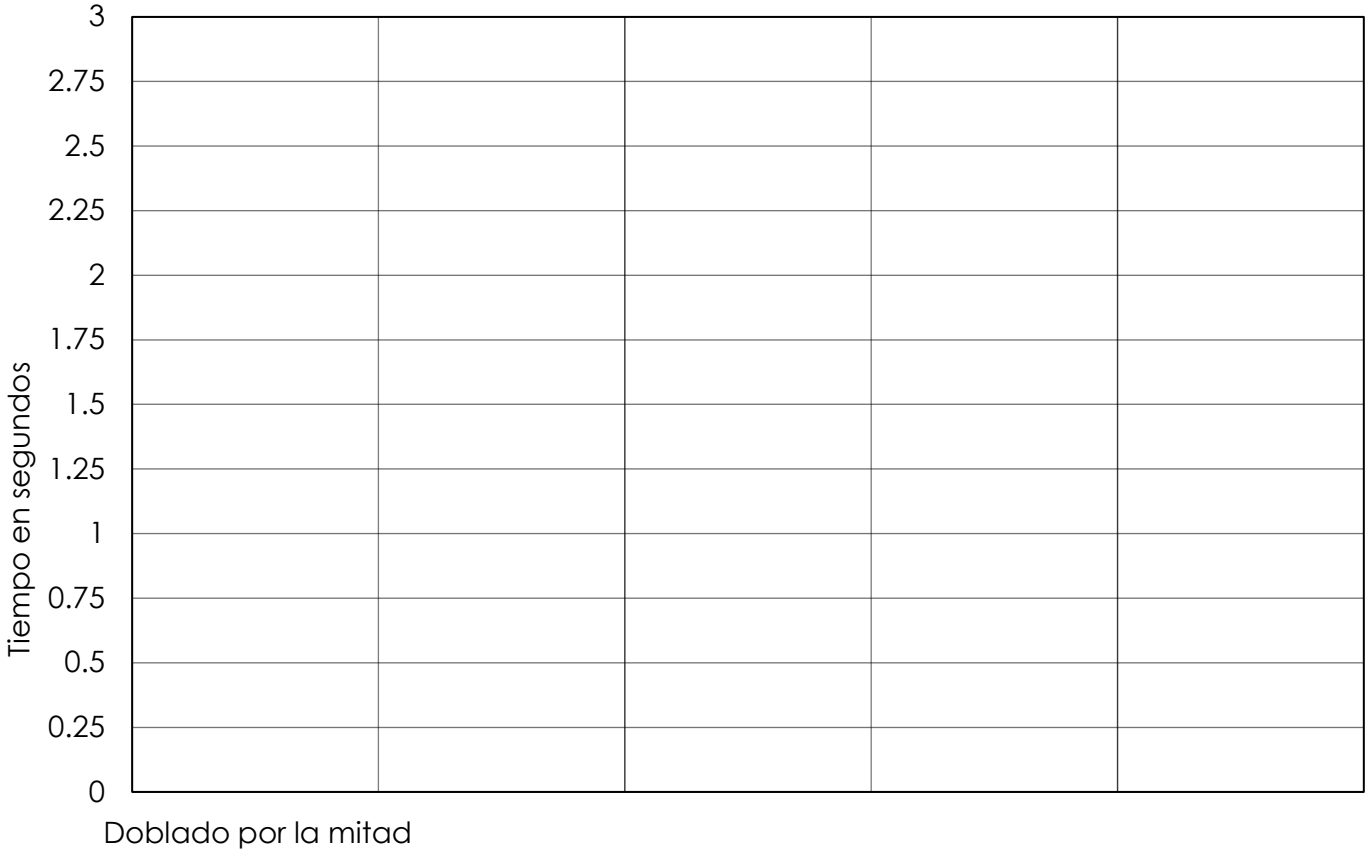
Hoja de recopilación de datos

Complete la siguiente tabla utilizando los resultados de sus experimentos.

Forma del papel	Duración de la caída 1 en segundos	Duración de la caída 2 en segundos	Duración de la caída 3 en segundos	Tiempo promedio de caída en segundos	Observaciones
Doblado por la mitad					

Usando un color diferente para cada prueba, cree un gráfico de barras con los resultados promedio de sus experimentos a continuación. Recuerda etiquetar cada barra en la parte inferior.

Título: _____



Paracaidismo en Marte

1. Describa el gráfico. ¿Cómo afectó la forma del papel la velocidad a la que cayó? Use los datos en su respuesta.

_____

_____

_____

_____

_____

2. ¿Por qué cree que pasó?

_____

_____

_____

_____

_____

Preguntas de discusión

La actividad Arrastre utilizó diferentes formas de papel para simular los efectos del arrastre en un objeto en movimiento.

1. Si tuviéramos que realizar la misma actividad en Marte, ¿los resultados serían los mismos, más rápidos o más lentos que aquí en la Tierra? ¿Por qué?

_____

_____

_____

2. Si el objetivo era producir la mayor resistencia posible, ¿cómo podría lograrlo?

_____

_____

_____

3. ¿Cómo aplicaría lo que se aprendió en esta investigación al diseño?

_____

_____

_____

_____

_____

Apoyo a la investigación científica 2: Aterrizaje

Concepto

La misión del astromóvil Marte 2020 es parte del Programa de exploración de Marte de la NASA. La misión no solo busca signos de condiciones habitables en Marte, sino que también busca signos de vidas microbianas pasadas. La misión recopilará información para ayudar a futuras expediciones humanas a Marte. Esto incluye mejorar las técnicas de aterrizaje; identificar recursos para permitir la habitación humana; y caracterizar el clima, el polvo y otras condiciones ambientales que podrían afectar la forma en que los futuros astronautas viven y trabajan en Marte.

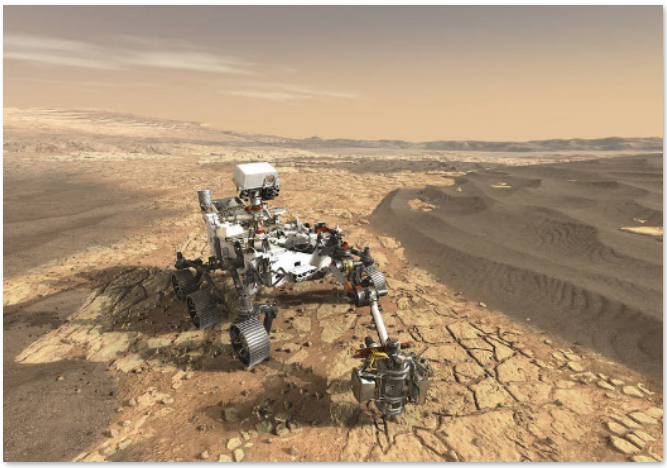


Figura 18. Representación artística del astromóvil Marte 2020 en la superficie de Marte. (NASA/JPL–Caltech)

La NASA utilizará el sistema de aterrizaje probado utilizado para aterrizar el astromóvil Curiosity. Sin embargo, con un equipo de ciencia más pesado, la nave tendrá que tener una forma de absorber la energía adicional del impacto del aterrizaje y, al mismo tiempo, proteger la carga.

Cada equipo diseñará y construirá un vehículo que imite el vehículo de aterrizaje del astromóvil Marte 2020. Su equipo desarrollará un sistema de absorción de impactos que mantendrá los malvaviscos (carga) dentro de un vaso (compartimento de carga) al aterrizar durante una prueba de caída. No se permitirá a los equipos asegurar la carga con cinta. El desafío es desarrollar un sistema de absorción de impactos que absorba la transferencia de energía para que los malvaviscos permanezcan en la copa al aterrizar.

Materiales

Para cada pareja de estudiantes:

- Trozo de papel rígido o cartón de aproximadamente 10 x 13 cm
- Vaso pequeño de papel o plástico
- 4 fichas pequeñas
- Cinta métrica
- 2 malvaviscos de tamaño regular
- 10 malvaviscos miniaturas
- 3 bandas de goma
- 8 pajillas de plástico
- Tijeras
- Cinta

Procedimiento

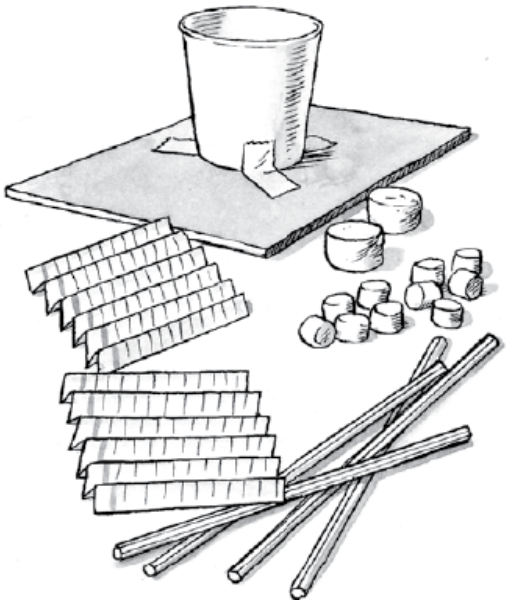


Figura 19. Materiales utilizados en la investigación de "Aterrizaje".

1. Asegure el compartimento de carga (vaso) en el módulo de aterrizaje (cartón). Dibuje un círculo alrededor de la parte inferior del vaso. Puede dejar el vaso en su lugar durante el diseño y la construcción, o puede quitarla para ayudar en la construcción del sistema de absorción de impactos. En cualquier caso, la bodega de carga debe asegurarse antes de la prueba.
2. Trabaje en parejas para diseñar un sistema de absorción de impactos con los materiales proporcionados.
3. Construya su sistema de absorción de impactos diseñado y colóquelo en el módulo de aterrizaje de cartón.
4. Con el compartimento de carga asegurado al módulo de aterrizaje, coloque dos piezas de carga (los malvaviscos grandes) en el compartimento. No pueden asegurarse con cinta.
5. Deje caer el módulo de aterrizaje desde alturas de 50 cm, 100 cm y 150 cm.
6. Si la carga no permanece en el vaso, trabaje con su equipo para rediseñar el sistema de absorción de impactos según lo permita el tiempo.

Hoja de recopilación de datos

	¿Está protegida la carga? Sí/No	Modificaciones necesarias
50 cm		
100 cm		
150 cm		

1. Describa los resultados de las pruebas del equipo. ¿Cumplió su diseño inicial con los criterios establecidos? De lo contrario, describa las modificaciones que su equipo tuvo que hacer para continuar trabajando en el problema.

_____

_____

_____

_____

_____

2. ¿Pudo su equipo crear un sistema de absorción de impactos que se mantuviera unido durante una caída de 150 cm? Si no, ¿qué ideas de prototipo tuvo que volver a considerar para tratar de cumplir los criterios?

_____

_____

_____

_____

Preguntas de discusión

1. La actividad de Aterrizaje utilizó un sistema de absorción de impactos para proteger la carga en un vehículo de aterrizaje. ¿Qué cree que pasaría si esta investigación se realizara en Marte?

_____

_____

_____

2. ¿Los resultados serían los mismos, mejores o peores que aquí en la Tierra? ¿Por qué?

_____

_____

_____

_____

3. ¿Cómo aplicaría lo que se aprendió en esta investigación al diseño?

_____

_____

_____

_____

El proceso de diseño de ingeniería

El proceso de diseño de ingeniería (EDP) consta de una serie de pasos, cada uno diseñado para ayudar a desarrollar una solución a un problema. Comience con "Identificación de la necesidad o del problema" y use el diagrama EDP que se muestra aquí para ayudar a resolver este desafío.

Figura 20. Modelo del proceso de diseño de ingeniería. Modelo y texto de acompañamiento adaptados del marco curricular de Ciencias y Tecnología/Ingeniería de Massachusetts 2016-04, Departamento de Educación Primaria y Secundaria de Massachusetts, http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04.pdf.

Identificación de una necesidad o problema. Identifique una necesidad o problema que deba ser resuelto, mejorado o solucionado. Identifique los criterios y las restricciones que deberán cumplirse para resolver el problema.

Investigación. Utilice recursos de internet, la biblioteca o conversaciones con científicos e ingenieros de la NASA para obtener más información sobre la necesidad o el problema y las posibles soluciones. Investigue cómo se está resolviendo este problema actualmente o qué esfuerzos están haciendo los científicos e ingenieros para encontrar una solución.

Diseño. Utilice toda la información recopilada para crear los diseños. El diseño incluye el modelado de posibles soluciones, el refinamiento de modelos y la elección del modelo que mejor se adapte a la necesidad o al problema original.

Prototipo. Construya un prototipo, o modelo físico, basado en los modelos de diseño. Los prototipos se utilizan para probar las soluciones propuestas.

Probar y evaluar. Pruebe el prototipo para determinar la eficacia con la que resuelve la necesidad o el problema. Recopile datos para utilizar como evidencia de éxito o de necesidad de mejora. Rediseñe y refine los prototipos para seguir buscando posibles soluciones.

Comunicar, explicar y compartir. Comunicar, explicar y compartir la solución y el diseño es esencial para decirle a los demás cómo funciona, cómo resuelve (o no resuelve) la necesidad o el problema identificado y cómo cumple (o no cumple) con los criterios y restricciones. Determinar cómo comunicarse y cómo actuar sobre una crítica constructiva es crítico.

El proceso de diseño de ingeniería: identificación de la necesidad o del problema

A medida que la NASA planea nuevas misiones robóticas y expediciones humanas a Marte, se vuelve más importante para las naves espaciales que transportan cargas útiles poder acomodar cargas más pesadas y más grandes con el fin de permitir una estancia prolongada en la superficie marciana. La NASA busca utilizar el arrastre atmosférico como una solución para las desaceleraciones atmosféricas planetarias, al desplegar dispositivos de arrastre de última generación a una gran velocidad supersónica con el fin de que la tripulación, la carga y los vehículos aterricen de forma segura. La NASA está realizando pruebas estratosféricas a gran escala de tecnologías de avanzada situadas por encima de la Tierra para probar su valor en futuras misiones a Marte.

Figura 21. El vehículo de prueba del Desacelerador Supersónico de Baja Densidad (LDSD, por sus siglas en inglés) es uno de varios dispositivos de arrastre que la NASA ha diseñado para aterrizar grandes cargas útiles en Marte. (NASA/JPL–Caltech)

El desafío

Dado que las naves espaciales que aterrizan en la superficie de Marte viajan a velocidades extremadamente altas, necesitan algún tipo de dispositivo de arrastre para detener la marcha de las aeronaves y evitar que choquen contra el planeta, dañándose en el proceso. A medida que las misiones aumentan su complejidad, los módulos de descenso y los astromóviles aumentan su peso y requieren dispositivos de arrastre más efectivos. Los ingenieros deben trabajar con límites (o restricciones) de masa, peso y espacio en un cohete para cumplir la misión con éxito. Su equipo trabajará para diseñar y construir un dispositivo de arrastre que **ralentizará** el compartimento de carga al caer desde una altura constante.

Criterios y restricciones

1. El dispositivo de arrastre debe conectarse a un compartimiento de carga construido en equipo ensamblado utilizando la plantilla que se proporciona en esta guía.
2. El dispositivo completo debe desplegarse desde 2 m y permanecer intacto durante todo el lanzamiento.
3. El compartimento de carga debe poder contener 10 g.
4. La masa total no podrá exceder los 50 g.

Paracaidismo en Marte

Basándose en esta información y en el video de presentación del desafío, responda las siguientes preguntas.

1. Usando sus propias palabras, repita el problema de esta forma: "¿Cómo puedo diseñar un _____ que _____?" Asegúrese de incluir todos los criterios y límites necesarios.

_____

_____

_____

2. ¿Qué conceptos pertenecientes a la ciencia en general deberán tener en cuenta usted y su equipo antes de comenzar a resolver esta necesidad o problema?

_____

_____

_____

El proceso de diseño de ingeniería: investigación

Número de página _____

Realice una investigación para responder las siguientes preguntas relacionadas con el desafío. Cite las fuentes de la información en la sección denominada "Fuentes".

1. ¿Quiénes se encuentran trabajando en este problema (o en uno similar)? ¿Qué soluciones han creado? ¿En qué soluciones están trabajando actualmente?

_____

_____

_____

Fuentes:_____

2. ¿Qué preguntas le haría a un experto que está tratando de resolver problemas como este?

_____

_____

_____

_____

3. ¿Qué sector de la sociedad se beneficiará con la resolución de este problema? ¿Cómo podría relacionarse con el uso cotidiano?

_____

_____

_____

_____

Fuentes:_____

4. ¿Qué ha aprendido de las Investigaciones científicas de respaldo que se pueden aplicar a este desafío?

_____

_____

_____

El proceso de diseño de ingeniería: Diseño

Número de página _____

Dibuje su diseño inicial en el espacio a continuación y etiquete cada parte de su dibujo.

Notas

_____

_____

_____

_____

El proceso de diseño de ingeniería: selección de la mejor solución posible

Número de página_____

Colabore con su equipo para analizar el dibujo final de cada miembro del equipo usando la tabla a continuación. Sobre la base de una discusión en equipo, determine qué elementos de diseño se utilizarán para resolver el problema y qué características se incluirán para crear el prototipo del equipo. La solución más prometedora debe incluir elementos de más de un diseño.

Nombre del diseñador	¿Cumple este diseño con todos los criterios de problemas y restricciones?	¿Cuáles son los elementos más fuertes de este diseño?	¿Qué elementos hay que mejorar?
1			
2			
3			
4			

El Proceso de diseño de ingeniería: Prototipo

Número de página _____

Hagan un dibujo en equipo de su prototipo. Antes de construirlo, su facilitador debe aprobarlo. Incluya etiquetas y una clave.

Aprobado por _____

Haga una lista de los recursos que se necesitan reunir.

_____

_____

¿De qué parte de la construcción será responsable cada miembro del equipo?

Miembro del equipo				
Responsabilidades en el proceso de construcción				

El proceso de diseño de ingeniería: Probar y evaluar

Número de página _____

1. ¿Funciona el dispositivo de arrastre como se pretendía?

   SÍ NO

2. Si no, explique por qué. Proporcione detalles.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

3. ¿Cumple todos los criterios y restricciones? (Marcar la casilla para cada uno que se cumpla).

   - ☐ El dispositivo de arrastre debe conectarse a un compartimiento de carga construido en equipo ensamblado utilizando la plantilla que se proporciona en esta guía.
   - ☐ El dispositivo completo debe desplegarse desde 2 m y permanecer intacto durante todo el lanzamiento.
   - ☐ El compartimento de carga debe poder contener 10 g.
   - ☐ La masa total no podrá exceder los 50 g.

4. Si no, explique por qué. Proporcione detalles.

_____

_____

_____

_____

_____

Realice tres pruebas de su diseño. Registre los tiempos y calcule el tiempo promedio para cada iteración. Tenga en cuenta las modificaciones que el equipo cree que deben hacerse.

Prueba de altura de caída de 2 m	Masa del vehículo, incluyendo 10 g de carga	Tiempo de caída en segundos	Tiempo de caída promedio en segundos	Modificaciones Para aumentar el arrastre (desacelerar el vehículo)
Prueba de control		Prueba 1:		
		Prueba 2:		
		Prueba 3:		
Iteración 1		Prueba 1:		
		Prueba 2:		
		Prueba 3:		
Iteración 2		Prueba 1:		
		Prueba 2:		
		Prueba 3:		
Iteración 3		Prueba 1:		
		Prueba 2:		
		Prueba 3:		

El proceso de diseño de ingeniería: Comunicar, explicar y compartir

Número de página _____

Indique el paso que se está discutiendo.

_____

1. ¿Qué pensó USTED sobre la solución de su equipo al final de este paso?

_____

_____

_____

2. ¿Qué pensaron OTROS MIEMBROS de su equipo sobre la solución del equipo al final de este paso?

_____

_____

_____

3. ¿Sus críticas personales fueron diferentes a las de su equipo? Si es así, ¿de qué manera fue diferente?

_____

_____

_____

4. ¿A qué paso del proceso de diseño de ingeniería (EDP) pasará su equipo ahora?

_____

_____

_____

_____

5. Explique por qué su equipo eligió este paso.

_____

_____

_____

_____

El proceso de diseño de ingeniería: Comunicar, explicar y compartir

Organizador para la Presentación de los estudiantes

Utilice el organizador a continuación para planificar cómo el equipo presentará su solución final. Lleve un registro de los pasos de diseño de ingeniería que se toman para poder comentarle a su audiencia cómo su equipo logró el proceso.

Tenga en cuenta que estos pasos pueden haber ocurrido en cualquier orden o pueden haberse repetido. Use hojas adicionales, si es necesario.

Bienvenidos	**Comparta el nombre de su equipo, en qué desafío trabajó y el título de su presentación.**	
Práctica del proceso de diseño de ingeniería (EDP)	**Ideas acerca de qué debería incluirse en cada paso del video**	**Use este espacio para organizar notas y pensar en la evidencia a presentar. Tome nota de lo que su equipo quiere mostrar y decir en la presentación.**
Identificación de la necesidad o del problema	Hable sobre el problema. Discuta los criterios y restricciones que deberán cumplirse para resolver el problema.	
Investigación	Discuta qué descubrió el equipo durante la investigación y a través de su interacción con un experto en la materia de la NASA. ¿Con quién hablaron? ¿Qué aprendieron? ¿Dónde encontraron las respuestas a sus preguntas?	
Diseño	Muestre los diseños originales de cada miembro del equipo. Muestre lo que cada miembro del equipo contribuyó al dibujo original del equipo.	

Prototipo	Muestre los materiales utilizados y cómo armaron el prototipo.	
Probar y evaluar	Hable sobre cómo su equipo probó el diseño y discuta los resultados. Usando los datos, discuta las fortalezas y debilidades del prototipo de su equipo.	
Comunicar, explicar y compartir	Hable sobre sus datos. ¿Fue su equipo capaz de resolver el problema o no? ¿Qué mejoras hizo su equipo para alcanzar su solución final? Discuta cualquier otra acción que su equipo tomaría para mejorar esta solución. Describa cómo los miembros de su equipo se comunicaron entre sí para mejorar la solución. También describa cómo discutió las opciones con personas fuera del grupo.	

Diagrama de progreso del equipo en el proceso de diseño de ingeniería

Utilice la siguiente tabla para hacer un seguimiento de las prácticas realizadas por su equipo y en qué orden. Esta tabla, junto con su Organizador de presentaciones para estudiantes, lo ayudará a resumir todo el proceso de su equipo desde el principio hasta el final.

Orden de práctica	¿Qué practica de ingeniería realizó su equipo?	Notas sobre lo que hizo su equipo o lo que aprendieron durante esta práctica
1	**Identificación de la necesidad o del problema**	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

Presentación de la solución

La etapa final del desafío es documentar su progreso para compartir con otros grupos que hayan completado este desafío de diseño de ingeniería. Su proceso puede ser documentado usando video o presentaciones de diapositivas.

La presentación final debe cumplir con las siguientes pautas:

- La introducción debe decir esto: "Este es el equipo (nombre del equipo) y trabajamos en (nombre del desafío). El título de nuestra presentación es (título de la presentación)".

  No identifique por nombre a ningún estudiante, maestro, escuela, grupo, ciudad o región en su presentación. Los envíos que no sigan estas instrucciones serán descalificados.

- La presentación debe documentar cada paso que se tomó para completar el desafío, incluidas las Investigaciones científicas de respaldo. Utilice cada página del Diario de desafío del equipo de estudiantes para completar esta presentación.
- Identifique cualquier información provista por expertos en la materia (SME) de la NASA que lo hayan ayudado en su diseño o prueba.
- Explique qué características del diseño proporcionaron los resultados más confiables y por qué.
- La duración total de la presentación debe ser entre 3 y 5 minutos.

Rúbrica de presentación del equipo

Nombre del estudiante_____ **Nombre del equipo**_____

La Rúbrica de presentación del equipo se utilizará para evaluar las presentaciones del equipo de estudiantes (video, presentación de estudiantes o presentación de diapositivas).

1. En la introducción, se incluyó el nombre del equipo, el nombre del desafío y el título de la presentación. La información personal o de identificación NO se proporcionó en la introducción.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

2. El equipo explicó el desafío, incluidos los criterios y las limitaciones.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

3. El equipo describió los resultados de su investigación, incluida la carrera de STEM que exploraron y la información que recopilaron de la conexión virtual con el científico o ingeniero de la NASA.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

4. El equipo explicó cómo utilizaron el proceso de diseño de ingeniería para diseñar y construir su prototipo o modelo final.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

5. Como conclusión, el equipo describió los desafíos y éxitos que experimentaron al construir, probar y mejorar su prototipo o modelo.

0	1	2	3	4	5
No incluido	Necesita mejorar	Por debajo del promedio	Promedio	Por encima del promedio	Excelente

Comentarios e incentivos

Lista de vocabulario

Aerodinámica. Las cualidades de un objeto que afectan la facilidad con la que puede moverse por el aire.

Arrastre. Resistencia al movimiento por medio del aire.

Cápsula. Un compartimento modular presurizado de una aeronave o nave espacial, diseñado para alojar a una tripulación o para ser expulsada.

Carga. Carga transportada por una aeronave u otro vehículo de transporte.

Carga útil. Artículos transportados por una nave espacial.

Criterio. Estándares por los cuales algo puede ser juzgado o decidido.

Desacelerador. Una masa u objeto que disminuye la velocidad de otro objeto.

Descenso. La inclinación hacia abajo o el paso de un objeto.

Exploración. Investigación sistemática con el propósito de descubrimiento.

Frágil. Se rompe o daña fácilmente.

Gravedad. La fuerza que atrae a un cuerpo hacia el centro de la Tierra o hacia cualquier otro cuerpo físico que tenga masa.

Iteración. Un ciclo de un proceso repetitivo.

Lanzacohetes. Un dispositivo para disparar cohetes.

Masa. Un cuerpo unificado de materia sin ninguna forma específica

Modelo. Un objeto pequeño, generalmente construido a escala, que representa a otro objeto más grande.

Observación. El acto de notar y registrar algo con un instrumento.

Órbita. La trayectoria de un cuerpo celeste o satélite artificial que gira alrededor de otro objeto.

Peso. La fuerza que la gravedad ejerce sobre un objeto.

Plantilla. Un patrón usado a modo de guía para hacer algo con precisión.

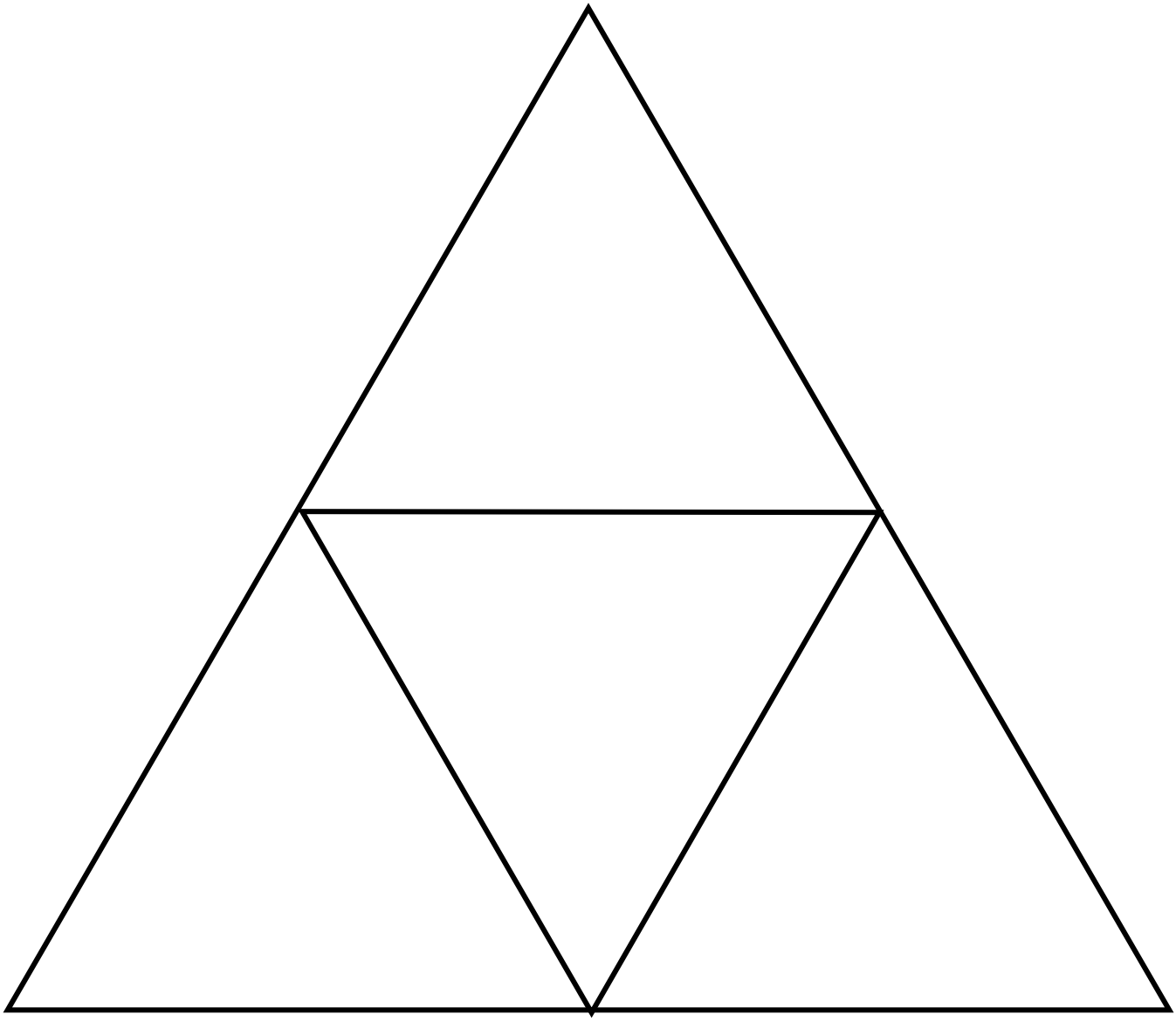
Restricciones. Límites colocados en un diseño debido a los recursos disponibles y al entorno.

Volumen. La cantidad de espacio tridimensional contenido por algún límite cerrado; por ejemplo, el espacio que ocupa o contiene a una sustancia (sólido, líquido, gas o plasma) o forma.

Apéndice

Plantilla del compartimento de carga

Recorte el triángulo más grande y doble en las líneas internas para crear una forma de pirámide. Coloque la carga útil simulada dentro de la pirámide y pegue los lados. Debido a que es posible que necesite ajustar el peso de su cápsula durante la prueba, use una cantidad mínima de cinta para poder abrirla fácilmente.



Recursos de la NASA

Recursos en línea

Para aprender más sobre la nave espacial Orión de la NASA:
http://www.nasa.gov/exploration/systems/Orion

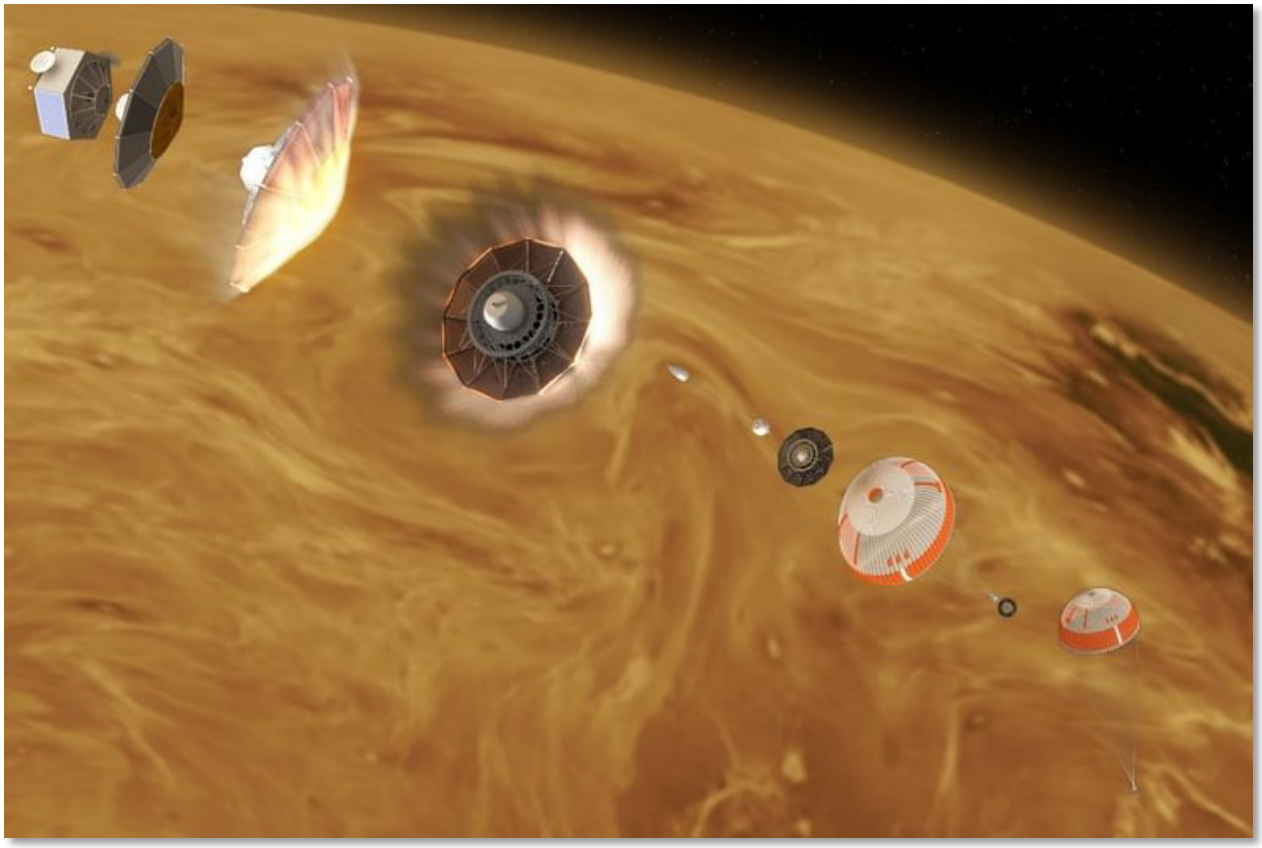
Para aprender más sobre el sistema de lanzamiento espacial de la NASA:
http://www.nasa.gov/exploration/systems/sls

Para ver un emocionante video de la NASA sobre el desarrollo de Orión:
https://www.youtube.com/watch?v=KyZqSWWKmHQ

Para aprender más sobre las misiones históricas del Voyager de la NASA:
http://voyager.jpl.nasa.gov/

Para aprender más sobre la exploración en Plutón de la nave espacial New Horizons de la NASA: http://pluto.jhuapl.edu/

Contraportada: Representación artística de un concepto de sistema de entrada, descenso y aterrizaje para desplegar con seguridad cargas útiles científicas o permitir la exploración humana a largo plazo en otros planetas. (NASA)



Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio

Centro de Investigación Glenn
21000 Brookpark Road
Cleveland, OH 44135
www.nasa.gov/centers/glenn

www.nasa.gov

NP-2019-05-052-GRC