Materiales Introductorios

Estándares Considerados

Estándares Científicos de la Próxima Generación

Prácticas de Ciencia e Ingeniería

1. Realización de preguntas y definición de problemas
2. Desarrollo y utilización de modelos
3. Planificación y desarrollo de investigaciones
4. Análisis e interpretación de datos
5. Uso del pensamiento matemático y computacional
6. Construcción de explicaciones y diseño de soluciones
7. Incorporación de argumentos a partir de evidencia
8. Obtención, evaluación y comunicación de la información

Diseño de Ingeniería

MS-ETS1-1. Definir los criterios y limitaciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución exitosa teniendo en cuenta los principios científicos pertinentes y el potencial impacto en la gente y los entornos naturales que pueden limitar las posibles soluciones.

MS-ETS1-2. Evaluar las soluciones de diseño competidoras utilizando un proceso sistemático para determinar qué tan bien satisfacen los criterios y limitaciones del problema.

MS-ETS1-3. Analizar los datos de las pruebas para determinar similitudes y diferencias entre diferentes soluciones de diseño para identificar las mejores características de cada una que se pueden combinar en una nueva solución que satisfaga mejor los criterios para el éxito.

MS-ETS1-4. Desarrollar un modelo a fin de generar datos para pruebas iterativas y modificaciones de un objeto, herramienta o proceso propuesto, de manera que se pueda logar el diseño óptimo.

ISTE NETS e Indicadores de Rendimiento para los Alumnos

Pensamiento crítico, resolución de problemas y toma de decisiones

a. Identificación y definición de problemas auténticos y preguntas significativas para la investigación
b. Planificación y gestión de actividades para desarrollar una solución o completar un proyecto
c. Recolección y análisis de datos para identificar soluciones y/o tomar decisiones informadas
d. Uso de múltiples procesos y perspectivas diferentes para explorar soluciones alternativas

El Desafío de Diseño de Ingeniería

Antecedentes

La NASA y sus socios de la industria están trabajando actualmente en un vehículo espacial llamado Vehículo de Exploración Tripulado (CEV), que llevará a los astronautas a la Luna, Marte y otros destinos en el espacio. Debido a que el CEV transportará astronautas más allá de la órbita terrestre baja y de regreso a la Tierra, debe ser diseñado para cumplir múltiples funciones y operar en una variedad de entornos.

Figura1.– Ilustración de un módulo de comando de un Vehículo de Exploración Tripulado (CEV, por sus siglas en inglés). (NASA)

El Desafío

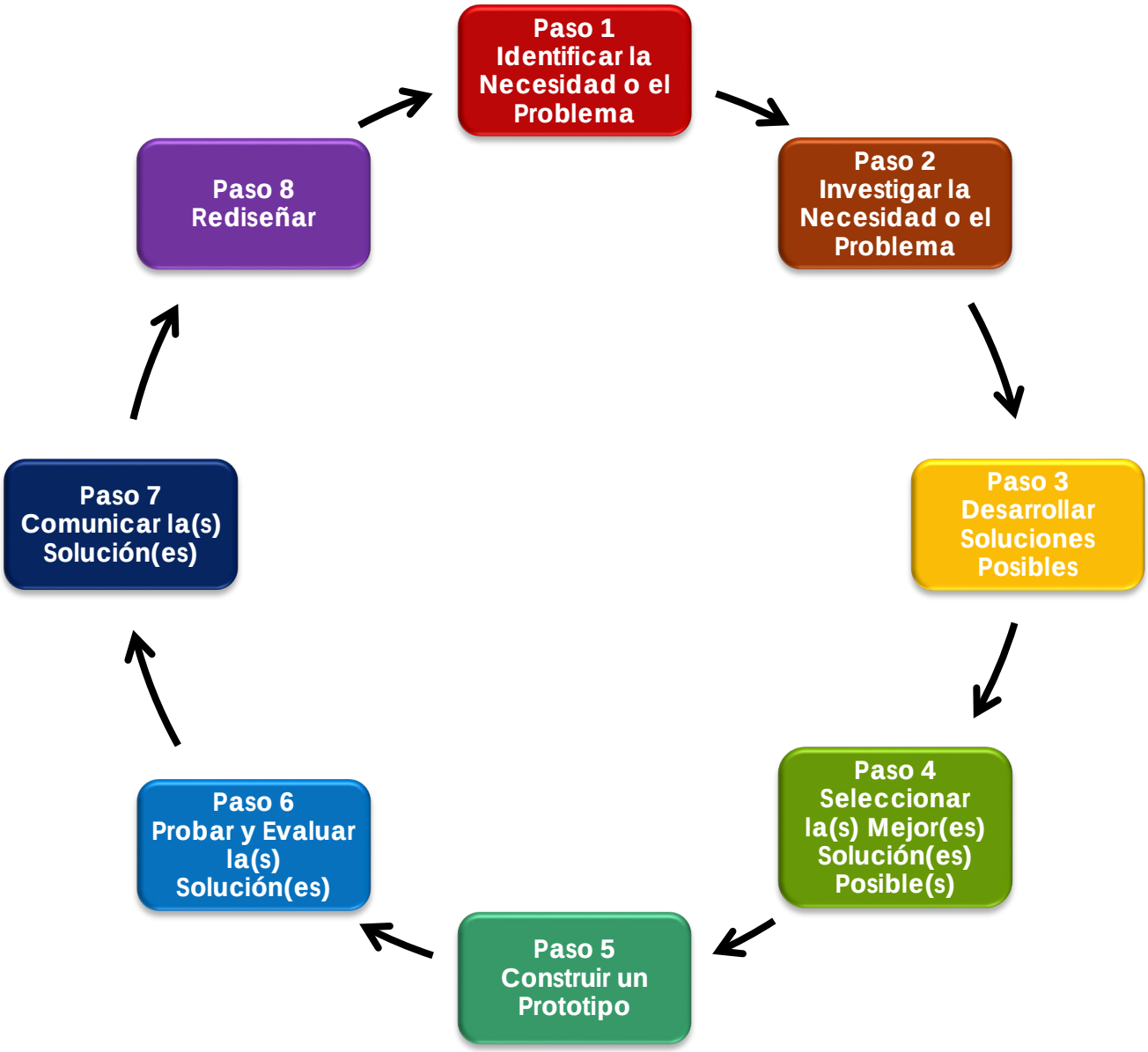
Los equipos de hasta cuatro alumnos diseñarán y construirán un modelo de CEV que pueda transportar de manera segura a dos astronautas en una misión a la Luna, Marte o a otros destinos en el espacio. Una prueba de caída determinará qué tan bien el CEV puede proteger a los astronautas durante el aterrizaje. Durante la prueba de caída, el CEV se desplegará, o caerá, desde una altura de por lo menos tres metros para simular el aterrizaje. Los astronautas deben permanecer seguros en sus asientos durante la prueba de caída. Debe tener además un tanque interno para combustible.

El CEV debe cumplir con los siguientes criterios y restricciones:

1. El CEV debe transportar a dos astronautas de manera segura. Cada astronauta tendrá una longitud de 3 a 7 cm. Se deben diseñar y construir asientos seguros para ambos astronautas. Los astronautas deberían permanecer en sus asientos durante cada prueba de caída sin estar pegados ni encintados en el lugar.
2. El CEV debe tener una escotilla que se abra y se cierre y tenga un tamaño tal que nuestros astronautas puedan entrar y salir fácilmente. La escotilla debe permanecer cerrada durante todas las pruebas de caída.
3. El CEV debe adecuarse a _____ (complete con la restricción en base a Configuración Previa a la Actividad de la sección de Materiales). Este artículo sirve simplemente como una restricción de tamaño. El CEV no se debe almacenar ni lanzar desde este artículo.
4. El CEV debe incluir el modelo de un tanque de retención interno para combustible con un volumen de 30 cm^3 (Importante: sus tanques no estarán llenos realmente con líquido).
5. La masa total no puede exceder los 100 gramos. Utilice una báscula o balanza para medir la masa de los componentes de su diseño.

Los equipos de alumnos seguirán los ocho pasos en el EDP para completar el desafío.

El Proceso del Diseño de Ingeniería



Este modelo de Proceso de Diseño de Ingeniería fue adaptado del Marco Curricular de Ciencia y Tecnología/Ingeniería de Massachusetts (publicado en octubre de 2006, http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/1006.pdf*).*

El Proceso del Diseño de Ingeniería

PASO 1: Identificar la Necesidad o Problema: Trabajando en equipos, los alumnos enuncian el problema con sus propias palabras.

PASO 2: Investigar la Necesidad o Problema: Los equipos usan recursos de Internet, de la biblioteca, o debates con expertos en la materia (SME, por sus siglas en inglés), para examinar de qué manera se resuelve actualmente ese problema o cómo se resuelven problemas similares.

PASO 3: Desarrollar Posibles Soluciones: Los integrantes del equipo recurren a sus conocimientos matemáticos y científicos para analizar todas las maneras posibles en que podrían resolver el problema. Eligen las opciones más prometedoras y refinan su solución haciendo un bosquejo rápido en dos o tres dimensiones. Se deberán incluir etiquetas y flechas para identificar las partes.

PASO 4: Selección de la(s) Mejor(es) Solución(es) Posible(s): Los integrantes del equipo comparten sus ideas y hacen preguntas a los otros integrantes del equipo. Cada equipo analiza y registra las fortalezas y debilidades de cada diseño. Determina qué soluciones satisfacen mejor la necesidad original o resuelve el problema original, posiblemente incluyendo características de más de un diseño. El equipo redacta un informe en el que describe por qué eligió esa solución.

PASO 5: Construcción de un Prototipo: Los integrantes del equipo construyen un modelo de tamaño normal o a escala de las soluciones seleccionadas en dos o tres dimensiones. El docente ayuda a identificar y a adquirir los materiales y herramientas apropiados para el modelo.

PASO 6: Probar y Evaluar la(s) solución(es): Los equipos prueban sus prototipos para determinar con cuánta efectividad resolvieron la necesidad o problema. Se recolectan los datos para que sirvan como evidencia de su éxito o necesidad de mejorar.

PASO 7: Comunicar la(s) Solución(es): Los integrantes del equipo registran y comparten lo que aprendieron acerca de su diseño en base a las pruebas. Los equipos hacen una presentación que incluye el modo en que su(s) solución(es) resolvió mejor la necesidad o problema y cualquier mejora que podría hacerse. Pueden pedir a alumnos de otros equipos que revisen la solución y los ayuden a identificar los cambios.

PASO 8: Rediseño: Los integrantes del equipo consideran las modificaciones a su(s) solución(es) en base a la información reunida durante las pruebas y la presentación. Los equipos revisan la necesidad o problema original para asegurarse de que las modificaciones siguen satisfaciendo los criterios y restricciones necesarios y reinician el ciclo EDP.

Guía de Desarrollo

Los alumnos deben terminar el desafío de diseño de ingeniería (EDC) en el plazo indicado. Aconsejamos adaptar el ritmo para satisfacer las necesidades de los alumnos y del entorno de aprendizaje. Visite el sitio Web de desafíos de STEM de la NASA (http://y4y.ed.gov/stemchallenges/nasa) para obtener un listado de las fechas importantes y los plazos para las entregas del desafío.

Estimamos que el tiempo académico total necesario para terminar todo el desafío será de entre 20 y 35 horas y se requerirá un tiempo académico de aproximadamente 3 horas para completar las actividades indicadas para cada semana. El proceso de diseño de ingeniería (EDP) es cíclico. Siéntase en libertad de estructurar las sesiones para que se adapten a las necesidades de sus alumnos y el tiempo disponible. Deberá establecer un programa que sea lo suficientemente flexible para permitir que sus alumnos avancen paso por paso según sea necesario. Es posible que los equipos necesiten volver a un paso anterior y trabajar nuevamente sus diseños. Se puede utilizar el siguiente cuadro como guía para la implementación. Las actividades pueden insumir más o menos tiempo, dependiendo de la disposición de los estudiantes y la profundidad de la investigación.

Semana de EDC	Paso de EDP	Acciones
Pre-Desafío	Pre-EDP	Asistencia a la capacitación y pedido de los materiales
Semana 1	Paso 1 Paso 2	Identificar la Necesidad o Problema Investigar la Necesidad o Problema
Semana 2	Paso 2 Paso 3	Investigar la Necesidad o Problema Desarrollar Soluciones Posibles
Semana 3	Paso 3 Paso 4	Desarrollar Soluciones Posibles Seleccionar la Mejor Solución
Semana 4	Paso 5 Paso 6	Construir un Prototipo Probar y Evaluar las Soluciones
Semana 5	Paso 7 Paso 8 Paso 5	Comunicar las Soluciones Rediseñar Reconstruir
Semana 6	Paso 5 Paso 6	Reconstruir Probar y Evaluar la Solución
Semana 7	Paso 7 Paso 8	Comunicar las Soluciones (comparar iteraciones) Rediseñar (recomendaciones para el futuro)
Semana 8	Post-EDP	Crear y subir videos de los alumnos

Lista de Control del Desafío

Antes del Desafío

Cosas para descargar, imprimir, revisar y copiar.

- ❑ 1. Descargar y revisar las diapositivas de la presentación para los alumnos.
- ❑ 2. Descargar, imprimir y revisar los Criterios del Video y las Pautas de evaluación. Hacer una copia para cada equipo de alumnos.
- ❑ 3. Descargar, imprimir y revisar la Guía del Docente para el Vehículo de Exploración Tripulado. Imprimir el Diario del Alumno para cada equipo.
- ❑ 4. Descargar o marcar el video introductorio "Contando Nuestra Historia con un Video" y cualquier otro video necesario para su presentación.
- ❑ 5. Descargar y revisar los Requerimientos Técnicos para la Página de Producción del Video.
- ❑ 6. Descargar, revisar e imprimir suficientes formularios de comunicado de prensa para cada alumno.

Cosas para programar, organizar o probar.

- ❑ 1. Revisar el Cronograma de Eventos en línea y seleccionar, como mínimo, un evento en vivo para que los alumnos interactúen con un experto en la materia de la NASA.
- ❑ 2. Reunir y organizar los materiales de la lista de materiales para cada actividad.
- ❑ 3. Probar sus instalaciones tecnológicas para asegurarse de que los alumnos puedan ver y oír los videos, las diapositivas, etc.
- ❑ 4. Identificar un área de prueba o un cuadro de prueba que proporcionará un espacio para que los alumnos puedan probar sus modelos y diseños de manera segura.
- ❑ 5. Controlar sus cámaras de video o digitales para asegurarse de que están completamente cargadas y tienen suficiente memoria o cinta para grabar las actividades del desafío.

Durante el Desafío

- ❑ 1. Distribuir los formularios de comunicado de prensa a cada alumno participante y fijar una fecha para que los devuelvan.
- ❑ 2. Pedir a cada grupo de alumnos que busque un nombre para el equipo que sea único.
- ❑ 3. Utilizar las diapositivas de presentación para los alumnos a fin de conducirlos a través del desafío.
- ❑ 4. Alentar a cada equipo a que tome fotografías y videos durante el desafío para utilizar en su video final.
- ❑ 5. Ayudar a los alumnos a preparar las preguntas y la información que quieren compartir con el experto de la NASA durante el evento en vivo.
- ❑ 6. Participar en uno o más eventos en vivo.

Después del Desafío

- ❑ 1. Revisar con los alumnos los Criterios de Video, las Pautas de Evaluación y "Contando Nuestra Historia en Video".
- ❑ 2. Ayudar a los alumnos mientras planifican y crean el video final.

- ❑ 3. Subir los videos presentados por los alumnos.
- ❑ 4. Dar tiempo suficiente para que envíen un correo electrónico con información y los formularios de comunicado de prensa para cada video por _____. Participar en la evaluación del programa 21CCLC.

Conexión con la NASA

NASA

Por Qué Exploramos

El interés de la humanidad en los cielos es universal y perdurable. Los seres humanos estamos impulsados a explorar lo desconocido, descubrir nuevos mundos, desplazar las barreras de los límites científicos y técnicos y luego empujarlos más allá. La sociedad se ha beneficiado durante siglos de nuestro deseo de explorar y desafiar las fronteras de lo que conocemos.

La exploración del espacio por los seres humanos ayuda a abordar preguntas fundamentales acerca de nuestro lugar en el universo y la historia de nuestro sistema solar. Al abordar los desafíos relacionados con la exploración del espacio por el hombre, expandimos la tecnología, creamos nuevas industrias y posibilitamos la conexión pacífica con otras naciones. La curiosidad y la exploración son vitales para el espíritu humano y, al aceptar el desafío de ir más profundamente dentro del espacio, invitamos a los ciudadanos del mundo de hoy y a las generaciones de mañana a unirse a la NASA en este viaje fascinante.

Estados Unidos es líder mundial en la búsqueda de nuevas fronteras, descubrimientos y conocimientos. La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, más conocida como la NASA, ha enviado gente a aterrizar en la Luna, ha enviado naves espaciales al Sol y a casi todos los planetas del sistema solar y ha lanzado robots exploradores en viajes más allá del sistema solar. La visión de la NASA es alcanzar nuevas alturas y revelar lo desconocido para beneficio de la humanidad.

La NASA se constituyó en 1958 y tiene una historia de logros científicos y tecnológicos únicos en vuelos espaciales tripulados por seres humanos. Desde que John Glenn orbitó alrededor de la Tierra en 1962, en el *Mercury* Friendship 7, pasando por las misiones Apollo, los años del cohete espacial, hasta la Estación Espacial Internacional orbitante, la NASA está a la vanguardia de los vuelos espaciales tripulados. La nave espacial tripulada por seres humanos más nueva y más avanzada de la NASA, *Orion*, marcará el inicio de una nueva era de exploración espacial. *Orion* será el vehículo de exploración que transportará la tripulación al espacio, brindará la capacidad para abortar misiones en casos de emergencia, apoyará a la tripulación durante el viaje espacial y proporcionará un reingreso seguro desde la profundidad del espacio.

Orion fue probada en diciembre de 2014, en una exitosa prueba de vuelo orbital no tripulado. Será lanzado sobre un cohete de carga pesada, el Sistema de Lanzamiento Espacial (SLS, por sus siglas en inglés), el cohete más poderoso jamás construido. *Orion* será enviada a asteroides próximos a la Tierra, nuestra propia Luna, las lunas de Marte y, eventualmente, a Marte.

El éxito futuro de la NASA y su liderazgo mundial se determinará principalmente por las inversiones e innovaciones que hagamos hoy en investigación científica, tecnología y nuestra fuerza de trabajo. El centro de atención de la NASA siempre ha sido, y siempre será, descubrir, inventar y demostrar nuevas tecnologías, herramientas y técnicas que permitan a los Estados Unidos explorar el espacio y al mismo tiempo mejorar la vida en la Tierra.

Profesiones de STEM en la NASA

¿Qué es un ingeniero?

Los ingenieros están en el corazón de todos los desafíos de diseño de ingeniería. Los ingenieros son quienes diseñan y construyen los elementos que utilizamos todos los días. El siguiente video explicará el rol de un ingeniero y puede compartirse con sus alumnos. https://www.youtube.com/watch?v=wE-z_TJyzil. Después de ver este video, pida a los alumnos que describan lo que hace un ingeniero.

Figura 2.—El Ingeniero Aeroespacial Chris Randall prueba las partes del cohete y los sistemas de soporte vitales para asegurarse de que funcionan según lo planeado. (NASA)

Después de ver el video, haga que los alumnos hablen sobre lo que aprendieron acerca de lo que hacen los ingenieros. **Un ingeniero es una persona que trabaja en un equipo para resolver un problema que los seres humanos quieren resolver o mejorar.** A continuación, algunos productos y servicios producidos con ingeniería en la NASA.

Figura 3. —La Ingeniera en Sistemas de Simulación Debbie Martínez trabaja en el desarrollo de un software de simulación de vuelo de aviación general. (NASA)

- **Transporte:** Los ingenieros de la NASA trabajan con empresas de diseño y desarrollan aeronaves que son más seguras, más silenciosas, más livianas, de menor consumo y más confiables.
- **Seguridad Pública:** Los ingenieros en medio ambiente del Centro Espacial Johnson desarrollaron una nueva versión simplificada de un test de bacteria que los astronautas pueden utilizar en la ISS. El mismo test se utiliza ahora para ayudar a las comunidades rurales a detectar la contaminación en sus suministros de agua. Se ha desarrollado una aplicación de software para teléfono para hacer pública esta información.
- **Artículos para el Consumidor:** Los ingenieros de la NASA han desarrollado la iluminación LED (diodo que emite luz) para la vida en la ISS. La iluminación LED se usa para estimular la energía y la concentración, como así también para ayudar a los miembros de la tripulación a relajarse. La iluminación LED se utiliza en muchos hogares, hoteles y centros vacacionales.
- **Control de Procesamiento de Alimentos:** Los ingenieros de la NASA trabajaron con empresas de producción de alimentos en la creación de un proceso para identificar los puntos críticos en los que los alimentos podrían contaminarse.
- **Tecnología de la Información:** Los ingenieros de la NASA trabajaron con el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) en el desarrollo de un programa que

destaca la combinación de tecnologías más confiable para las misiones tripuladas a Marte. Este programa se usa en la actualidad para ayudar a los constructores de casas a elegir planos y materiales de bajo costo y con eficiencia energética.

Es importante que los jóvenes entiendan y se identifiquen con lo que hace un ingeniero para beneficiar y mejorar la sociedad. Es igualmente importante abordar los errores de concepto acerca de quiénes pueden ser ingenieros. Hombres y mujeres de todas las razas, etnias y condición social eligen convertirse en ingenieros. Se pueden explorar los perfiles de esta profesión en la NASA en https://www.nasa.gov/audience/forstudents/careers/profiles/index.html.

¿Qué es el proceso de diseño de ingeniería (EDP)?

Un ciclo de pasos que los equipos de ingenieros usan para guiarse a medida que trabajan para resolver un problema. El EDP es un ciclo que conduce al desarrollo de un nuevo producto o sistema. El ciclo se repite y continuamente refina y mejora el producto o sistema. En el transcurso de este desafío, los alumnos deberán completar cada paso y documentar su trabajo a medida que desarrollan y prueban su diseño. Para hacer esto, los alumnos deben llevar a cabo cada uno de los pasos del EDP y repetir el ciclo con tanta frecuencia como el tiempo y los recursos se lo permitan, para desarrollar el mejor producto final. Al repetir las iteraciones del ciclo, algunos pasos solo deberán revisarse brevemente para confirmar que los equipos siguen encaminados. Otros pasos deberán rehacerse totalmente.

Los alumnos nuevos en el EDP probablemente adquirirán conceptos con los que no están familiarizados. Los alumnos pueden o no haber escuchado palabras tales como "criterios" o "restricciones", que por lo general están asociadas al diseño de ingeniería. Es posible que usted quiera introducir a los alumnos en el vocabulario y utilizar explicaciones simples.

Por ejemplo,

- **Criterios** son lo que su solución **debe** cumplir.
- **Restricciones** son lo que su solución **no debe** incluir.

Como con el EDP, el significado de las palabras se puede clarificar a medida que los alumnos repiten el proceso y construyen una mejor comprensión de lo que están haciendo.

¿Qué es un desafío de diseño de ingeniería?

Una actividad educativa que ayuda a los alumnos a comprender el EDP resolviendo problemas de la misma manera en que lo harían los ingenieros reales. Se presenta un desafío o problema a los alumnos y, utilizando el EDP, éstos trabajan en equipos para completar actividades y experimentos con el fin de desarrollar soluciones para el problema original. Estos desafíos facilitan el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la lluvia de ideas de la misma manera en que lo hacen los ingenieros reales.

Información para los Docentes

Información sobre los Antecedentes del Desafío

Figura4.—Orion MPCV de la NASA. (NASA)

¿Qué es el Vehículo Tripulado Multipropósito *Orion* (Orion MPCV) de la NASA?

Por primera vez en generaciones, la NASA está construyendo una nave espacial humana que marcará el comienzo de una nueva era en la exploración espacial. Se aproxima una serie de misiones cada vez más desafiantes, y la nueva nave espacial de la NASA nos llevará más lejos de lo que hemos ido antes, incluyendo a Marte.

Bautizada con el nombre de unas de las constelaciones más grandes del cielo nocturno, la nave espacial *Orion* está diseñada para colmar las necesidades evolutivas de nuestro programa de exploración espacial nacional durante las próximas décadas. *Orion* será la nave espacial más segura y avanzada que ha construido la NASA. La nueva nave espacial estará diseñada para llevar humanos más allá de la órbita baja terrestre a muchos destinos. *Orion* será el vehículo de exploración de la NASA que transportará la tripulación al espacio, brindará la capacidad para abortar misiones en casos de emergencia, apoyará a la tripulación durante el viaje espacial y proporcionará un reingreso seguro desde la profundidad del espacio a velocidades de retorno.

Figura5.—Sistema de Aborto de Lanzamiento (NASA)

Orion posee docenas de innovaciones y avances tecnológicos que han sido incorporados dentro del nuevo diseño de la nave espacial. La NASA incluyó un compartimiento para la tripulación con capacidad para alojar a cuatro miembros de la tripulación. Tiene además un módulo de servicio, un adaptador a la nave espacial y un revolucionario sistema de aborto de lanzamiento que incrementará significativamente la seguridad de la tripulación. *Orion* utilizará además avances en

Figura 6. —Pruebas de amerizaje de Orion en Langley Research Center. (NASA)

propulsión, comunicación, soporte de vida, diseño estructural, navegación y energía y aprovechará la extensa experiencia en vuelos espaciales de la NASA.

Orion fue evaluada rigurosamente por los ingenieros de la NASA a fin de prepararla para el viaje más allá de la órbita baja terrestre. Con el fin de simular las fases finales de aterrizaje, las pruebas en el océano y en la Cuenca de Impacto Hídrico de Langley Research Center recrearon la manera en que *Orion* se comportaría durante un amerizaje en el Océano Pacífico.

La prueba de vuelo de *Orion* comienza en la parte superior de un cohete Delta IV Heavy en el Complejo de Lanzamiento Espacial de la Estación de la Fuerza Aérea Cabo Cañaveral en diciembre de 2014. La prueba fue un vuelo de 4 horas, de dos órbitas, que evaluó el lanzamiento y los sistemas de reingreso de alta velocidad tales como la aviónica, el control de actitud, los paracaídas, el escudo térmico y muchos de los sistemas más críticos para la seguridad. La prueba de vuelo sin tripulantes envió a *Orion* más lejos de la Tierra que cualquier nave espacial construida para transportar humanos desde que los astronautas de la Apollo 17 aterrizaron en la Luna en 1972. Durante el reingreso, *Orion* fue sometida a temperaturas dos veces más altas que la de la lava fundida para poner a prueba sus sistemas más importantes. Esta prueba proporcionó a los ingenieros de la NASA información invaluable sobre el desempeño de *Orion* en cada fase del lanzamiento, el reingreso y el aterrizaje.

El vehículo *Orion* tripulado será lanzado a bordo del nuevo Sistema de Lanzamiento Espacial de la NASA (SLS, por sus siglas en inglés). Más poderoso que cualquier cohete jamás construido, el SLS será capaz de enviar humanos a destinos en el espacio profundo. La Misión de Exploración 1, será la primera misión que integre a *Orion* y al SLS. *Orion* llevará a los astronautas a una nueva era de exploración en destinos que incluyen los asteroides cercanos a la Tierra, nuestra propia Luna, las lunas de Marte y eventualmente Marte.

¿Cuánto combustible se almacena en el Sistema de Lanzamiento Espacial?

El cohete SLS aloja 520,456 galones de hidrógeno líquido y 194,443 galones de oxígeno líquido. Los tres tanques en la plataforma de lanzamiento alojan 300,000 galones de combustible cada uno. Aunque el gas de oxígeno es incoloro, las formas líquidas y sólidas del oxígeno son de color azul. Todo el combustible utilizado para el lanzamiento del SLS se consume en los primeros 8 minutos de vuelo. Para levantar la pesada carga útil del cohete y la totalidad de su carga, los ingenieros de la NASA deberán calcular la cantidad de

Figura 7.—Prueba de Orion sin tripulación del 5 de diciembre de 2014. (NASA)

combustible extra que se necesita para completar el viaje al espacio.

¿Cómo está diseñada la escotilla de *Orion*?

La escotilla está ubicada en un lado de la cápsula, de manera tal que cuatro miembros de la tripulación puedan ingresar y salir con facilidad. El módulo de tripulación de *Orion* servirá tanto como vehículo de transporte como de vehículo hogar para los astronautas. Los ingenieros de la NASA diseñaron una escotilla que se puede bloquear y sellar de manera segura para proteger a los astronautas durante el viaje. Además, los ingenieros diseñaron la escotilla de manera tal que pueda abrirse fácilmente en caso de emergencia.

¿De qué manera permanecen en sus asientos los astronautas?

Los asientos son uno de los componentes más críticos a considerar durante el diseño de una nave espacial. Debido a que los astronautas deben estar bien sujetos en sus asientos durante todas las operaciones de despegue y aterrizaje, se dedica un gran esfuerzo para asegurar que los asientos sean tanto seguros como funcionales. La disposición de los asientos determina la disposición de todos los demás componentes en la cabina de la tripulación, incluyendo las ventanas, las pantallas, los controles y las formas de entrada y salida.

Figura 8.—Los astronautas Nicole Stott y Michael Barratt practican el ingreso a los asientos reclinados del transbordador antes del lanzamiento del STS-133.

Los asientos se diseñan considerando factores tales como las fuerzas de aceleración (llamadas también "fuerzas g"), la comodidad y la variación en la forma y el tamaño de los seres humanos. Las naves espaciales han tenido tanto asientos verticales como reclinados (acostados). La configuración de ambos asientos se construye con sistemas de arneses multipunto, llamados así por el número de lugares donde los arneses se conectan a los asientos. Por ejemplo, los automóviles vienen con arneses de 2 puntos (un cinturón simple que cruza sobre el regazo) y arneses de 3 puntos (un cinturón sobre el regazo y otro cinturón conectado sobre un hombro). Aunque la NASA ha evaluado arneses de 4, 5, 6 y 7 puntos, las pruebas de *Orion* se focalizan en posibles sistemas de 4 y 5 puntos.

Para obtener más información visite:

- el sitio web de *Orion* — http://www.nasa.gov/exploration/systems/orion
- el sitio web del Sistema de Lanzamiento Espacial — http://www.nasa.gov/exploration/systems/sls
- el sitio web del video "Prueba de fuego" — https://www.youtube.com/watch?v=KyZqSWWKmHQ
- el sitio web del Voyager — http://voyager.jpl.nasa.gov/
- el sitio web de noticias de último momento del trasbordador — https://www.nasa.gov/externalflash/the_shuttle
- el sitio web de la nave espacial New Horizons — http://pluto.jhuapl.edu/

Estrategias y consejos

Antes de la primera sesión con los alumnos, se deben completar varios procedimientos de configuración. Durante cada paso del desafío, el equipo de alumnos necesitará tener

1. Acceso a computadoras para completar su investigación
2. Materiales de construcción para construir sus prototipos
3. Áreas de prueba para recopilar información que describa sus diseños

Configuración del aula

La configuración del espacio de instrucción (aula, biblioteca o cafetería) es casi tan importante como el desafío mismo. Una buena configuración permitirá que los equipos de alumnos trabajen juntos sin molestarse entre sí y ayudará a asegurar que los materiales necesarios para completar el EDC estén cerca y a mano.

Los equipos necesitarán mucho espacio, especialmente cuando construyan y prueben sus diseños. Puede ser útil agrupar los materiales de construcción y las herramientas en una mesa colocada ya sea en el centro o a un lado de la habitación, de manera tal que las áreas de los equipos no se desordenen durante los pasos de planificación.

Los alumnos deberán tener acceso a Internet para poder realizar su investigación e investigar preguntas. También debe haber un área de prueba designada, en la que los equipos de alumnos puedan probar y recopilar datos acerca de sus prototipos. Asegúrese de tener en cuenta la seguridad cuando seleccione un área de prueba, especialmente para pruebas que involucren dejar caer o lanzar objetos.

La instrucción diferenciada es una estrategia que los docentes utilizan para responder a los distintos grados de necesidad y preparación de los alumnos en el aula. Para hacer esto, los docentes diferencian modificando el contenido (lo que se está enseñando), el proceso (cómo se está enseñando) y el producto (de qué manera los alumnos demuestran lo que aprendieron).

Construcción del Equipo

Empiece dividiendo a los alumnos en equipos de no más de cuatro integrantes para dar a todos los alumnos la oportunidad de contribuir. Trabajando como miembros de un equipo, los alumnos desarrollan habilidades tales como la confianza, la cooperación y la toma de decisiones. No obstante, trabajar como miembro de un equipo puede ser un desafío para algunos alumnos. Se recomiendan los siguientes ejercicios para ayudar a los equipos a comenzar a trabajar juntos de manera efectiva.

Figura 9.—El parche de la Apollo 11 con un águila aterrizando sobre la Luna (primer plano) y una vista de la Tierra (segundo plano). (NASA)

Establecer un nombre para el equipo: Muchos equipos de la NASA reciben sus nombres en función del trabajo que realizan.

Diseñar un parche de la misión: Los equipos que trabajan en las misiones y naves espaciales de la NASA se unifican con un parche de la misión, diseñado con símbolos y material gráfico para identificar la misión del grupo.

Crear una declaración de visión: Esta es una oración o una frase corta e inspiradora que describe el objetivo central del trabajo del equipo. La declaración actual de visión de la NASA es *"Alcanzar nuevas alturas y revelar lo desconocido de manera que lo que hagamos y aprendamos beneficie a toda la humanidad"*.

A medida que los alumnos empiecen a trabajar juntos, empezarán a aparecer sus fortalezas individuales. Los alumnos pueden ofrecerse como voluntarios o ser asignados a tareas o responsabilidades que sean vitales para completar el desafío. Los puestos pueden rotarse entre los miembros del equipo para dar a todos los alumnos la oportunidad de mejorar sus habilidades como parte de un equipo. La siguiente lista incluye ejemplos de puestos que los equipos de alumnos tendrán que cubrir. Siéntase en libertad de presentar otros y recuerde que todos los miembros del equipo deberían desempeñar funciones como constructores e ingenieros para el equipo.

Ingeniero de diseño: Hace bocetos, esquemas, modelos o planos de las ideas que el equipo genera

Ingeniero técnico: Ensambla, hace el mantenimiento, repara y modifica los componentes estructurales del diseño

Ingeniero de operaciones: Instala y opera el planeador para completar la prueba

Escritor técnico/camarógrafo: Registra y organiza la información, los datos y prepara la documentación mediante fotografías y/o videos para comunicarse o publicarse

Vocabulario

No es suficiente solo construir un diseño para resolver el desafío. Los alumnos también deberán comunicar de manera clara y precisa sus preguntas y sus soluciones utilizando vocabulario de STEM. Los docentes pueden determinar la mejor forma de abordar el uso del vocabulario con los alumnos. Para este desafío, las palabras más pertinentes son las siguientes:

Aerodinámica: Las cualidades de un objeto que afectan su facilidad para moverse a través del aire

Cápsula: El compartimiento modular presurizado de una aeronave o nave espacial, diseñado para alojar a la tripulación o para ser eyectado

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

Restricciones: Las limitaciones establecidas en el diseño en función de los recursos y el entorno disponibles

Criterios: Estándares según los cuales se puede juzgar o decidir algo

Variable dependiente: Un valor que se determina en base a los valores de otros atributos

Pendiente: La inclinación o pasaje hacia abajo de un objeto

Dimensión: Una propiedad física de una masa, longitud, tiempo o una combinación de cualquiera o todas ellas

Exploración: El acto de investigar sistemáticamente un objetivo con el propósito del descubrimiento

Frágil: Que se rompe o daña fácilmente

Gravedad: La fuerza que atrae un cuerpo hacia el centro de la Tierra, o hacia cualquier otro cuerpo físico que tiene masa

Escotilla: Una abertura en una cubierta de un barco o de una aeronave y nave espacial, que comúnmente se la llama puerta

Variable independiente: Un valor que se determina sin el soporte de otros atributos

Inferir: Llegar a una conclusión a partir de la evidencia, en lugar de hacerlo a partir de una afirmación definitiva de un hecho

Interno: Relacionado o situado dentro de los límites o la superficie de algo

Iteración: Un ciclo de un proceso repetitivo

Plataforma de aterrizaje: Un lugar para aterrizar una nave espacial

Lanza cohetes: Un dispositivo para disparar cohetes

Masa: Un cuerpo unificado de materia sin ninguna forma específica

Modelo: Un objeto pequeño, por lo general construido a escala, que representa otro objeto más grande

Observación: La acción de notar y registrar algo con un instrumento

Órbita: El camino de un cuerpo celestial o un satélite artificial cuando da vueltas alrededor de otro objeto

Predicción: El acto de intentar decir de antemano lo que sucederá

Carga Útil: Elementos transportados por una nave espacial

Robótica: El estudio y la aplicación de un dispositivo mecánico que funciona automáticamente o por control remoto

Supersónico: Viajar a una velocidad mayor a la velocidad del sonido

Propulsión: Fuerza que se opone a la gravedad

Volumen: La cantidad de espacio tridimensional encerrado por un límite cerrado, por ejemplo, el espacio que una sustancia (sólida, líquida, gaseosa o plasmática) o forma ocupa o contiene

Peso: La fuerza que ejerce la gravedad sobre un objeto

Puede que no todos los alumnos estén familiarizados con los términos del vocabulario. Los docentes deberán determinar qué palabras requieren una explicación adicional, diseñar actividades académicas y guiar debates entre alumnos para constatar la comprensión, por parte de los mismos de los conceptos científicos que se encuentren dentro del desafío. Algunas actividades académicas comunes para construir vocabulario incluyen

- Folioscopios
- Cuadros
- Esquemas manipulativos
- Juegos de palabras
- Dibujos de palabras
- Dar las definiciones con palabras propias
- Pensamiento por pares/lectura codo a codo
- Mapas conceptuales
- Clasificación de términos
- Creación de analogías
- Organizadores gráficos
- Clasificación de palabras

Procedimientos Académicos

El Desafío de Diseño de Ingeniería

Las siguientes páginas lo ayudarán a guiar a sus alumnos a través del desafío. Tenga en cuenta que tanto la guía del docente como el Diario del Alumno están organizados para alinearse con cada paso del proceso de diseño de ingeniería. Por ejemplo, si usted está en el Paso 4 del EDP en las páginas académicas, los alumnos estarán en el Paso 4 del Diario del Alumno.

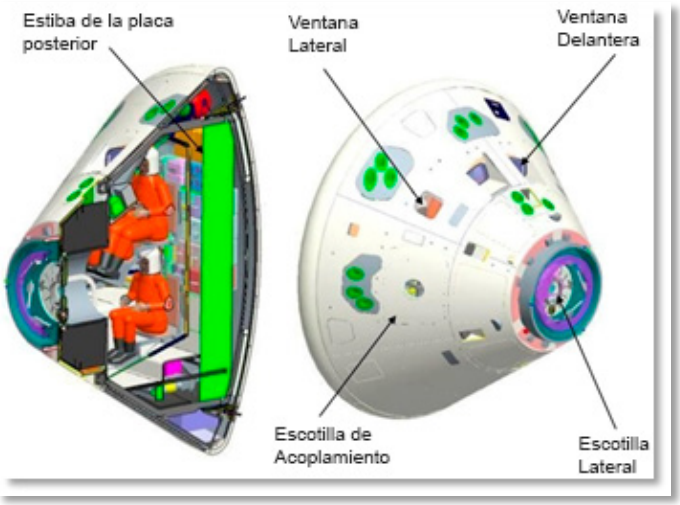


Figura10.– Ilustraciones del módulo de comando de un CEV. (NASA)

Antecedentes

La NASA y sus socios de la industria están trabajando actualmente en un vehículo espacial llamado Vehículo de Exploración Tripulado (CEV), que llevará a los astronautas a la Luna, Marte y otros destinos en el espacio. Debido a que el CEV transportará astronautas más allá de la órbita terrestre baja y de regreso a la Tierra, debe ser diseñado para cumplir múltiples funciones y operar en una variedad de entornos.

El Desafío

La NASA necesita un nuevo vehículo para llevar astronautas a la Luna, a Marte y más allá. La nave espacial en la que están trabajando la NASA y sus socios de la industria se llama Vehículo de Exploración Tripulado (CEV, por su nombre en inglés). El CEV transportará a tripulantes humanos más allá de la órbita baja terrestre y de regreso. Cada CEV debe estar diseñado para servir múltiples funciones, operar en una variedad de entornos y también debe tener un depósito interno para el combustible.

Criterios y Restricciones

El CEV debe cumplir con los siguientes criterios y restricciones:

1. El CEV debe transportar a dos astronautas de manera segura. Cada astronauta tendrá una longitud de 3 a 7 cm. Se deben diseñar y construir asientos seguros para ambos astronautas. Los astronautas deberían permanecer en sus asientos durante cada prueba de caída sin estar pegados ni encintados en el lugar.
2. El CEV debe tener una escotilla que se abra y se cierre y tenga un tamaño tal que nuestros astronautas puedan entrar y salir fácilmente. La escotilla debería estar cerrada durante todas las pruebas de caída.
3. El CEV debe adecuarse a _____ (complete con la restricción en base a la Configuración Previa a la Actividad de la sección de Materiales). Este artículo sirve simplemente como una restricción de tamaño. El CEV no se debe almacenar ni lanzar desde este artículo.
4. El CEV debe incluir el modelo de un tanque de retención interno para combustible con un volumen de 30 cm^3 (Importante: sus tanques no estarán llenos realmente con líquido).

5. La masa total no puede exceder los 100 gramos. Utilice una báscula o balanza para medir la masa de los componentes de su diseño.

Paso 1: Identificar la Necesidad o Problema

Durante este paso, los alumnos identificarán cuál es el problema de ingeniería y comenzarán a pensar acerca de la manera en que se puede resolver.

Configuración de actividad previa

Seleccione una restricción de tamaño, como un tubo de envío, un recipiente de avena o una lata de café y comparta la restricción con sus alumnos para proporcionarles una idea de los tipos de restricciones con los cuales trabajan los ingenieros de la NASA durante un proyecto de diseño. Los ingenieros de la NASA deben considerar el tamaño y la forma de la nave espacial de modo tal que se asiente en el cohete de manera segura, viaje a través de la atmósfera de manera segura y traiga a los astronautas de nuevo a la Tierra de manera segura. Haga que los alumnos completen la restricción de tamaño en el Paso 1 del Diario del Alumno. Aborde las pautas de evaluación con los alumnos para proporcionar una comprensión clara del producto final y, si fuera necesario, hable con ellos sobre los conceptos científicos pertinentes.

Preguntas Guía

Utilice las siguientes preguntas guías para comenzar el debate y enfocar la comprensión de los alumnos

- ¿Cómo puede su equipo diseñar un _____ que _____?
- ¿Qué se debe resolver o mejorar?
- ¿Qué estamos tratando de lograr?

Procedimiento Académico

1. Revise el proceso de diseño de ingeniería con los alumnos.
2. Muestre el video de Introducción a la Ciencia y la Tecnología de Ingeniería (BEST, por su nombre en inglés) de la NASA, titulado “Repetibilidad”, que se encuentra en https://www.youtube.com/watch?v=-2Az1KDn-YM.
3. Pida a los alumnos que identifiquen los criterios y restricciones específicas del desafío de diseño.
4. Haga que los alumnos completen el Paso 1 en el Diario del Alumno.

Sugerencia para la Diferenciación

A continuación se encuentran algunas estrategias que pueden ser utilizadas en base a la preparación de los alumnos.

Apoyo:

- Otorgue a los alumnos tiempo extra para analizar el desafío en sí, el problema que se debe resolver y cómo se puede resolver el problema.
- Presente los criterios y las restricciones uno por vez. Permita que los diseños de los alumnos satisfagan con éxito un requisito del desafío antes de introducir otros adicionales.

Complejidad:

- Exija a los alumnos que escriban una carta o un correo electrónico a un amigo como si le estuvieran explicando su primer trabajo como un ingeniero recientemente contratado por la NASA.

Paso 2: Investigar la Necesidad o Problema

Los alumnos pueden utilizar recursos de Internet, de la biblioteca o charlas con los expertos para estudiar de qué manera resuelve la NASA actualmente estos problemas o problemas similares. Para obtener más información, los alumnos pueden ver

- el sitio web de *Orion* — http://www.nasa.gov/exploration/systems/orion
- el sitio web del Sistema de Lanzamiento Espacial — http://www.nasa.gov/exploration/systems/sls
- el video "Prueba de fuego" — https://www.youtube.com/watch?v=KyZqSWWKmHQ

Preguntas Guía

Se pueden utilizar las siguientes preguntas guía para comenzar el debate y enfocar la comprensión de los alumnos.

- ¿Dónde puedes encontrar más información sobre el tema?
- ¿Qué pregunta le harías a un experto o a un ingeniero que está trabajando actualmente en este problema?
- ¿Quién se beneficiará en nuestra sociedad de la resolución de este problema?

Procedimiento Académico

1. Ayude a los alumnos a responder todas las preguntas que tengan acerca del desafío. Utilice Internet o la biblioteca de la escuela para investigar las preguntas.
2. Escriba todas las preguntas sin responder y guárdelas para preguntárselas al experto en la materia de la NASA (SME) durante las conexiones en vivo.
3. Use la tabla Conocer, Aprender, Evidencia, Cuestionar (KLEW, por sus siglas en inglés) para ayudar a los alumnos a pensar sobre lo que están aprendiendo.
4. Haga que los miembros del equipo completen el Paso 2 en el Diario del Alumno.

Sugerencia para la Diferenciación

A continuación se encuentran algunas estrategias que pueden ser utilizadas en base a la preparación de los alumnos.

Apoyo:

- Proporcione una lista de recursos web de buena reputación que los alumnos puedan utilizar.
- Coordine una visita a la biblioteca.
- Haga que los alumnos trabajen de a dos para completar la investigación juntos.

Complejidad:

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

Utilización de una tabla KLEW

Instrucciones para el Docente

La tabla Conocer, Aprender, Evidencia, Cuestionar (KLEW) se puede utilizar como punto inicial para la investigación científica. A medida que los alumnos completen su investigación, pueden ingresar su información dentro de cada una de las columnas de la tabla. Los alumnos harán lo siguiente en cada columna:

Conocer: Compartir la experiencia y los conocimientos previos relacionados con el EDP. Es importante ingresar la información en esta columna de modo preciso, de manera que se escriban los hechos y no los conceptos científicos erróneos que los alumnos puedan tener. Aborde los conceptos erróneos y aclárelos inmediatamente.

Aprender: En esta columna registre la información encontrada durante las investigaciones. Esta información se puede encontrar en videos, artículos en línea y otros recursos.

Evidencia: Registre de dónde sacaron su información y las fuentes que utilizaron para responder sus preguntas.

Cuestionar: Registre las preguntas nuevas que surjan a medida que completen la investigación.

Recuerde permitir que los alumnos sean tolerantes con sus respuestas e ideas. Las preguntas se pueden modificar a su discreción.

Conocer	Aprender	Evidencia	Cuestionar
¿Qué sé sobre los CEV y los viajes espaciales?	**¿Qué aprendí acerca de los CEV y los viajes al espacio en base a mi investigación?**	**¿Qué evidencia tengo que respalde lo que aprendí acerca de los CEV y los viajes espaciales?**	**¿Qué preguntas tengo todavía acerca de los CEV y los viajes espaciales?**
Los alumnos deberían completar esta columna con la información correcta que sepan.	Los alumnos deberían completar esta columna utilizando la información de soporte de artículos, la búsqueda de información de antecedentes, la observación directa y las conexiones con los SME.	Los alumnos deberían completar esta columna con fuentes de información tales como los sitios web o los nombres de los expertos a contactar.	Los alumnos deberían completar esta columna a medida que avanzan a través del proceso para documentar las preguntas.

Paso 3: Desarrollar Soluciones Posibles

Los alumnos recurren a sus conocimientos matemáticos y científicos para analizar todas las maneras posibles en las que podrían resolver el problema. Deberían elegir las opciones más prometedoras y refinar su solución bosquejando rápidamente sus ideas en el espacio proporcionado en el Paso 3 del Diario del Alumno. Se deberían incluir etiquetas y flechas para identificar todas las partes de su bosquejo.

Preguntas Guía

Se pueden utilizar las siguientes preguntas de guía para comenzar el debate y enfocar la comprensión de los alumnos.

- ¿Cuáles son las diferentes maneras que su equipo puede imaginar para resolver esto?
- ¿Qué necesitamos agregar al diseño?
- ¿Qué podría salir mal si lo agregamos al diseño?
- ¿El equipo está teniendo en cuenta todos los criterios y restricciones?

Procedimiento Académico

1. Pídale a cada miembro del equipo que intercambie ideas y haga bosquejos que representen sus ocurrencias para la solución. Los alumnos 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 los criterios.
3. Haga que los alumnos bosquejen sus ideas en el Paso 3 del Diario del Alumno. Puede modificar este paso y mostrarles los materiales de construcción a los alumnos para ayudarlos a visualizar su bosquejo antes de comenzar a dibujar.

Sugerencia para la Diferenciación

A continuación se encuentran algunas estrategias que pueden ser utilizadas en base a la preparación de los alumnos.

Apoyo:

- Aliente a los alumnos a crear una serie de guiones gráficos en lugar de un solo dibujo completo.

Complejidad adicional:

- Solicite a los alumnos que especifiquen las medidas (es decir, la escotilla será de 1.25 por 2 cm)

Paso 4: Seleccionar la(s) Mejor(es) Solución(es) Posible(s)

Durante el Paso 4, los equipos de alumnos deberían compartir sus ideas y responder las preguntas de los demás. Los equipos de alumnos deberían debatir y registrar algunas fortalezas y debilidades de cada diseño y determinar qué solución cumple mejor con la necesidad original o resuelve el problema original. Esto puede incluir características de más de un diseño.

Preguntas Guía

Se pueden utilizar las siguientes preguntas guía para comenzar el debate y enfocar la comprensión de los alumnos.

- ¿Qué fortaleza tiene cada diseño individual de los alumnos?
- ¿Las fortalezas de cada diseño se relacionan con el criterio y las restricciones del desafío?
- ¿Hay elementos de cada diseño de los miembros del equipo representados en el diseño final?

Procedimiento Académico

1. Solicite a cada miembro del equipo que discuta sus ideas y dibujos con el resto del equipo.
2. Haga que los alumnos registren las fortalezas de cada uno de los diseños.
3. Haga que los alumnos completen el Paso 4 en el Diario del Alumno.

Paso 4: Seleccionar la(s) Mejor(es) Solución(es) Posible(s)

Colabore con su equipo para analizar cada dibujo final de los miembros de su equipo, utilizando el cuadro a continuación. En base a las discusiones del equipo, determine qué partes de cada diseño serán utilizadas para resolver el problema y qué características se incluirán en el dibujo final del equipo.

Número de diseño Nombre del diseñador	¿El diseño satisface todos los criterios y restricciones del problema?	¿Cuál es el elemento más fuerte de este diseño?	¿Qué debe mejorarse?
1			
2			
3			
4			

Sugerencia para la Diferenciación

A continuación se encuentran algunas estrategias que pueden ser utilizadas en base a la preparación de los alumnos.

Apoyo:

- Aliente a los alumnos a crear una serie de guiones gráficos en lugar de un dibujo completo.
- Haga que los alumnos escojan un aspecto o característica de cada dibujo de los miembros del equipo para debatirlo en el grupo.

Complejidad:

- Solicite que los alumnos dibujen una o más partes del diseño a escala

Paso 5: Construir un Prototipo

Los equipos de alumnos deberían construir un prototipo (modelo) de la mejor solución seleccionada. Los docentes deberían ayudar a identificar y a adquirir los materiales y herramientas adecuados para construir el modelo.

Configuración de actividad previa

Para reflejar lo que hacen los ingenieros todos los días, los docentes pueden utilizar la planilla de presupuesto como actividad opcional para incrementar la profundidad del desafío. Determine un costo unitario para cada uno de los materiales disponibles y decida el presupuesto máximo con que cuenta cada equipo para diseñar el prototipo. Este valor puede incrementarse (incremento del presupuesto) o disminuirse (recorte presupuestario) para ajustar el nivel de dificultad del desafío. Los equipos pueden detallar su presupuesto utilizando la hoja de trabajo de Planificación del Presupuesto.

Preguntas Guía

Se pueden utilizar las siguientes preguntas guía para comenzar el debate y enfocar la comprensión de los alumnos.

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

Procedimiento Académico

1. Pida a cada equipo que identifique el diseño que parece resolver el problema.
2. Se deberá dibujar con precisión un diagrama final del diseño y etiquetarlo con una clave.
3. Haga que cada equipo determine qué materiales necesitará para construir el diseño y asigne responsabilidades a los miembros del equipo para la realización del prototipo.
4. Asegúrese de aprobar los dibujos finales antes de comenzar la construcción.
5. Después de que los equipos reciban sus materiales para construir el prototipo, hágalos completar una planilla de presupuesto que muestre el costo de los materiales de construcción.
6. Haga que los equipos construyan sus prototipos utilizando sus dibujos.
7. Haga que los miembros del equipo completen el Paso 5 en el Diario del Alumno.

Sugerencia para la Diferenciación

A continuación se encuentran algunas estrategias que pueden ser utilizadas en base a la preparación de los alumnos.

Apoyos:

- Conceda a los alumnos tiempo extra para utilizar varios elementos táctiles para construir el modelo

Complejidad:

- Limite los materiales (por ejemplo, solo 1 metro de cinta de embalar)

Materiales

La siguiente es una lista de sugerencia de materiales necesarios para completar este desafío. La cantidad dependerá de la cantidad de alumnos que participen. Se pueden utilizar alternativas si es necesario.

- Una balanza digital o común (1)
- Cinta métrica (1)
- Reglas
- Tubo de envío, recipiente de avena o una lata de café pequeña (para ser usado como restricción de tamaño; permita que los alumnos completen esta información en la hoja del Desafío)
- Personas de plástico de 3 a 7 cm (por ejemplo, Lego® o Playmobil®) (2)
- Papel cuadriculado
- Los suministros generales de construcción para el montaje del CEV podrían incluir

papel de aluminio
globos
clips sujetapapeles
plástico con burbujas
botones o cuentas
cartón o cartulina
broches para ropa
paño
filtros de café
bolas de algodón
varillas de madera o depresores de lengua
tubos vacíos de rollos de papel de cocina o de papel higiénico
adhesivo en barra
platos de aluminio para pastel pequeños
arcilla para modelar
bolsas de papel
clips para papeles
monedas de un centavo de dólar
huevos de plástico
plástico para envolver
bandas elásticas
tijeras
pinchos o agitadores
abrochadoras y broches
popotes
cordel
cinta (de enmascarar, aisladora, transparente, de embalar)

Planilla de Planificación de Presupuesto

Los equipos de alumnos reciben una planilla de presupuesto como la que se encuentra en el Diario del Alumno:

La planilla de planificación de presupuesto está incluida como estrategia de diferenciación que puede ser utilizada con los alumnos. Los docentes tienen la opción de incluir este aspecto en el desafío. Aunque no esté incluida como una restricción, los alumnos pueden beneficiarse incorporando conocimientos respecto de la manera en que los ingenieros y científicos actuales trabajan dentro de las restricciones presupuestarias.

Planilla de Planificación de Presupuesto

Nombre del Equipo: _____

Direcciones: Como equipo, complete la hoja de costo a continuación. Asegúrese de incluir todos los materiales, la cantidad, el costo unitario (determinado por su docente) y el costo total para completar su diseño. Intente producir un diseño de calidad manteniendo un costo bajo.

Número de partida presupuestaria	Material	Costo unitario	Cantidad	Total de la partida
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Costo total _____

Sugerencia para la Diferenciación

A continuación se encuentran algunas estrategias que pueden ser utilizadas en base a la preparación de los alumnos.

Apoyo:

- Utilice un costo (por ejemplo, cada material cuesta $0.25)

Complejidad:

- Haga que los alumnos utilicen Internet para determinar los costos reales para los materiales que están utilizando.
- Los costos de los artículos pueden aumentar (incremento de presupuesto) o disminuir (recorte de presupuesto)

Seguridad

La seguridad es una preocupación especial para los cursos y actividades basados en STEM. Los administradores, maestros y docentes de la escuela son responsables de proporcionar un ambiente de aprendizaje seguro, actualizado y solidario. Los alumnos inspeccionan y mantienen el equipo y las herramientas regularmente para asegurarse de que están en condiciones adecuadas de funcionamiento. Además, los docentes deberían proporcionar a los alumnos instrucciones de seguridad y deberían supervisarlos mientras están trabajando para garantizar que se sigan los procedimientos de seguridad.

Los alumnos deben

1. Hacer de la seguridad una prioridad durante todas las actividades.
2. Usar gafas de seguridad cuando estén llevando a cabo el desafío.
3. Utilizar herramientas y equipos de manera segura.
4. Demostrar respeto y cortesía hacia los demás miembros del equipo.

Los docentes deben

1. Aprobar todos los dibujos antes de que los alumnos comiencen a construir sus modelos, para garantizar la seguridad.
2. Prestar atención a las combinaciones potencialmente peligrosas de materiales y estructuras frágiles.
3. Asegurarse de que los recursos disponibles para los equipos de alumnos estén limpios, secos y no tengan extremos afilados.
4. Asegurarse de que ninguno de los materiales esté dañado o deteriorado.
5. Prohibir a los alumnos llevar o usar materiales adicionales sin aprobación previa.

Paso 6: Probar y Evaluar la(s) Solución(es)

Los equipos de alumnos deberán probar sus prototipos para determinar con cuánta efectividad han abordado la necesidad o problema y recopilar datos para que sirvan como evidencia de su éxito o de la necesidad de mejora.

Preguntas Guía

Se pueden utilizar las siguientes preguntas guía para comenzar el debate y enfocar la comprensión de los alumnos.

- ¿Recopiló el equipo suficiente información para analizar el diseño?
- ¿Cómo se comportó el prototipo cuando se lo puso a prueba?
- ¿El diseño cumplió o excedió los criterios y restricciones?

Procedimiento Académico

1. Visite a cada equipo y pruebe sus diseños para asegurarse de que cumplan todos los criterios y restricciones del desafío.
2. Haga que los miembros del equipo completen el Paso 6 en el Diario del Alumno.

Sugerencia para la Diferenciación

A continuación se encuentran algunas estrategias que pueden ser utilizadas en base a la preparación de los alumnos.

Apoyo:

- Aliente a los alumnos a evaluar solamente un criterio o restricción por vez, en lugar de todos al mismo tiempo.

Paso 6: Probar y Evaluar la(s) Solución(es)

Trabaje con su equipo para completar la tabla a continuación. Asegúrese de registrar la información de cada ensayo.

Componentes del vehículo	Uso	Medición o cálculo
Astronautas	Tripulación	Masa: _____gramos cada uno _____ gramos totales
Vehículo de Exploración Tripulado (CEV)	Lleva a la tripulación a la Luna	Masa: _____ gramos
Escotilla	Permite la entrada y la salida	Dimensiones: _____cm (longitud) por _____cm (ancho)
Tanque interno	Depósitos de combustible líquido	Masa: _____gramos Volumen: _____cm^3
Restricción de tamaño _____	Prueba de restricción de tamaño	Volumen: _____cm^3

Complejidad:

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

Paso 7: Comunicar la(s) Solución(es)

Durante el Paso 7, los equipos de alumnos deberán registrar y compartir lo que aprendieron acerca de sus diseños en base a sus pruebas. Los equipos harán una presentación a la clase que incluirá el modo en que la solución resolvió mejor la necesidad o el problema y cualquier mejora que se podría hacer. Los alumnos pueden pedir a otros equipos que revisen la solución y los ayuden a identificar los cambios.

Preguntas Guía

Se pueden utilizar las siguientes preguntas guía para comenzar el debate y enfocar la comprensión de los alumnos.

- ¿Qué cosas funcionaron o no en la última iteración del diseño? ¿Por qué sí o por qué no?
- ¿Cuáles son los pros y los contras de esta solución?
- ¿Demostró cada equipo que había utilizado todos los pasos del proceso de diseño de ingeniería?

Procedimiento Académico

1. Pida a los miembros del equipo que documenten e informen los resultados de sus diseños.
2. Haga que los alumnos identifiquen qué cambios se hicieron con cada iteración del diseño, y cuál fue según el equipo la causa del éxito o fracaso del diseño.
3. Los alumnos deberían completar la Hoja de Reflexiones del Alumno en el Diario del Alumno para ayudarlos a pensar sobre cómo completaron cada paso del proceso de diseño de ingeniería.
4. Los alumnos deberían usar el Cuadro de Progreso del Equipo a medida que trabajan en sus soluciones.
5. Los equipos deberían utilizar el Organizador de Presentación del Alumno como guía para el proceso de creación del video del equipo.

Sugerencia para la Diferenciación

A continuación se encuentran algunas estrategias que pueden ser utilizadas en base a la preparación de los alumnos.

Apoyos:

- Proporcione algunas preguntas básicas con respuesta sí o no para que los alumnos respondan con el fin de determinar si su diseño fue exitoso o no.

Complejidad:

- Haga que los alumnos lleven a cabo presentaciones en pósteres y describan sus resultados a los otros equipos.

Paso 8: Rediseñar

Durante el Paso 8, los equipos deberían considerar modificar su solución en base a la información reunida durante las pruebas y las presentaciones. Los alumnos deberían volver a la necesidad o el problema original para asegurarse de que las modificaciones siguen satisfaciendo los criterios y restricciones necesarios. Los equipos deberían volver al proceso de diseño de ingeniería (EDP) y decidir en qué paso necesitan comenzar para volver a diseñar.

Preguntas Guía

Se pueden utilizar las siguientes preguntas guía para comenzar el debate y enfocar la comprensión de los alumnos.

- ¿Qué problemas de diseño identificó el equipo durante la prueba?
- ¿Qué hizo el equipo para mejorar la siguiente iteración de este diseño?
- ¿Qué funcionó y qué no funcionó?

Procedimiento Académico

1. Solicite a los equipos que identifiquen las causas de cualquier problema que se observe durante la prueba y que consideren las posibles modificaciones para resolver estos problemas.
2. Haga que cada equipo controle su prototipo rediseñado para asegurarse de que todavía satisface todos los criterios.
3. Haga que los equipos completen el Paso 8 en el Diario del Alumno.
4. De aquí en adelante, el ciclo se repetirá con problemas redefinidos y soluciones rediseñadas tantas veces como lo permitan el tiempo y los recursos.
5. Dependiendo de la cantidad de rediseños que los alumnos incorporen en cada iteración, algunos pasos solo deberán volver a verse para asegurarse de que los alumnos estén encaminados, mientras que algunos pasos deberán volver a hacerse totalmente. **En esos casos, deberán hacerse copias adicionales de las páginas de los pasos del ciclo y agregarse al Diario del Alumno.**

Envío del Diseño Final

Para el diseño final, use la documentación del Paso 7 que se encuentra en el Diario del Alumno, el Organizador de Presentación del Alumno y el Cuadro de Progreso del Equipo para crear un video sobre el desarrollo del diseño y la solución final del mismo.

Pautas de Evaluación del Desafío

Proceso del Diseño de Ingeniería	Ejemplar = 3	Competente = 2	Principiante = 1	No Incluido = 0
Paso 1: Podemos identificar el desafío y los criterios.	Se reafirma el desafío y se describen todos los criterios y restricciones.	Se reafirma el desafío solo con los criterios del desafío.	Solo se reafirma la historia del desafío.	No se incluye una descripción del desafío o de los criterios.
Paso 2: Podemos analizar los resultados de nuestra investigación y la conexión con los expertos en el tema de la NASA (SME).	Se analizaron tres o más hechos relativos al desafío.	Se analizaron dos hechos relativos al desafío.	Se analizó un hecho relativo al desafío.	No se analizó ningún hecho relativo al desafío.
Paso 3: Cada uno de los miembros del equipo construyó un diseño original que demostró los criterios del desafío.	Se representaron todos los criterios y restricciones (con bosquejos y fotos) en el diseño de cada miembro del equipo.	Se representaron dos criterios (con bosquejos y fotos) en el diseño de cada miembro del equipo.	Se representó un criterio (con bosquejos y fotos) en el diseño de cada miembro del equipo.	No se representó ningún criterio.
Paso 4: El diseño final de nuestro equipo representó elementos del diseño original de cada miembro del equipo.	El diseño del equipo incluye lo mejor del diseño de cada miembro para representar el desafío y los criterios.	El diseño del equipo incluye ideas del diseño de dos miembros del equipo para representar el desafío y los criterios.	El diseño del equipo incluye ideas del diseño de un miembro del equipo para representar el desafío y los criterios.	El equipo no pudo proporcionar un diseño que cumpliera el desafío y los criterios.
Paso 5: Nuestro equipo construyó el modelo que representa los criterios y restricciones del desafío.	Se completó un modelo que satisface todos los criterios y restricciones del desafío.	Se completó un modelo que solo satisface dos criterios y restricciones del desafío.	Se completó un modelo que solo satisface uno de los criterios y restricciones del desafío.	Se completó un modelo que no satisface los criterios y restricciones del desafío.
Paso 6: Nuestro equipo recopiló y registró información para probar y evaluar las soluciones de nuestro modelo.	Mediante pruebas se recopiló información para representar todos los criterios y restricciones.	Mediante pruebas se recopiló información para representar solo dos criterios.	Mediante pruebas se recopiló información para representar solo un criterio.	No se recopiló ninguna información ni se completó ninguna prueba.
Paso 7: Nuestro equipo es capaz de explicar un problema complejo de nuestro diseño y la forma en que lo resolvió.	Se explicaron los problemas complejos y se describieron sus soluciones.	Se explicaron los problemas complejos sin ofrecer soluciones.	El problema complejo no fue claro y no se presentó ninguna solución.	No se incluyó ninguna discusión sobre un problema complejo.
Paso 8: Nuestro equipo hizo mejoras luego de evaluar el modelo.	Se describieron todas las mejoras realizadas al modelo.	Se describieron dos mejoras.	Se describió una mejora realizada al modelo.	No se describió ninguna mejora realizada al modelo.
Nuestro equipo siguió el proceso de producción del video.	Se cumplieron todos los requerimientos y procedimientos del video.	No se cumplieron todos los requerimientos y procedimientos del video.	Se cumplió uno de los requerimientos y procedimientos del video.	No se cumplieron los requerimientos y procedimientos del video.

Nombre del Equipo:_____ **Puntaje Final del Equipo:** _____

Producción del Video

Cuando cada alumno del equipo tenga un prototipo completo y haya progresado a través de los ocho pasos del proceso de diseño de ingeniería (EDP), el equipo creará y producirá un video que describa el proceso que siguió para diseñar la solución del desafío. El video debería responder a las siguientes preguntas:

- ¿De qué manera cumplió el equipo con el criterio y las restricciones del desafío?
- ¿Qué sucedió durante cada paso del EDP?

Requerimientos del Video del Equipo de Alumnos

1. Todos los miembros del equipo deben hablar en el video.
2. El equipo debe ser creativo para contar la historia del proceso de diseño de ingeniería.
3. Se debe subir el video al sitio web Y4Y.
4. El video no debe superar los 5 minutos.
5. Los equipos deberían utilizar las siguiente introducción en su guión para comenzar el video:
   "Somos el equipo (nombre del equipo) y creamos una solución para el desafío de diseño de ingeniería de Diseño de un Vehículo de exploración Tripulado. El título de nuestro video es....."
6. No identificar el nombre de ningún alumno, profesor, escuela, grupo, ciudad o región en su video.

Procedimiento

Los equipos de alumnos necesitarán recopilar toda la información, los Diarios del Alumno, las fotos, los videoclips y los prototipos que utilizaron para completar el desafío. Los alumnos deberían ser creativos cuando diseñen sus videos. Aliéntelos a utilizar la tecnología y la modalidad de video con las cuales ellos se sientan cómodos. Los videos pueden ser parodias, carteles, entrevistas o demostraciones. Cada equipo deberá

1. Desarrollar un guión que los alumnos leerán durante el video. Cada alumno debe tener una parte del guión asignado. Los alumnos completarán el Organizador para la Presentación del Alumno y el Cuadro de Progreso del Equipo en el Diario del Alumno.
2. Desarrollar un guión gráfico o un video que muestre la secuencia de los elementos del video, el guión y cualquier material que mostrará su progreso durante el EDP (fotos, cuadros de datos y dibujos).
3. Identificar y comentar la experiencia del equipo con los ocho pasos del EDP.
4. Explicar cómo abordaron cada criterio del desafío en su prototipo de diseño final.
5. Subir sus videos al sitio web Y4Y.

Nombre del Alumno: _____ **Nombre del Equipo:**_____