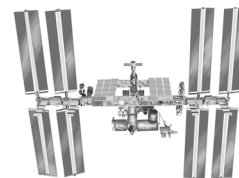
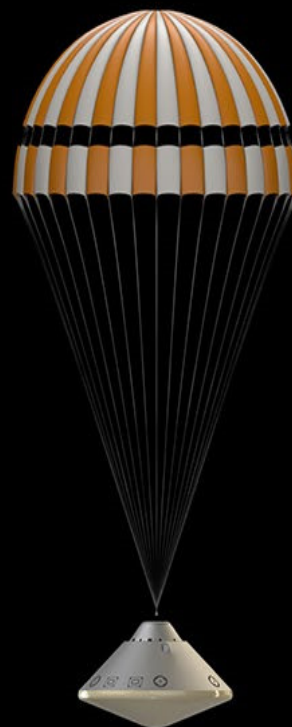
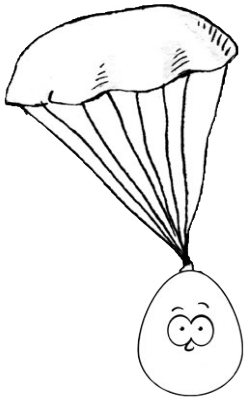


NEXT GEN STEM

TRIPULACIÓN COMERCIAL

Guía del
educador para
el desafío del
paracaídas de
Eggstronaut





Guía del educador para el desafío del paracaídas del huevostronauta

Índice

Descripción general del desafío del paracaídas de Eggstronaut	3
Preparación del maestro	4
Presentación del programa de tripulación comercial	6
Discusión de los conceptos STEM	7
Presentación del desafío del paracaídas de Eggstronaut	8
El proceso de diseño de ingeniería	9
Suplemento tecnológico opcional	11
Análisis de video digital	11
Análisis de seguimiento de huevo en caída libre	12
Rúbrica del desafío del paracaídas de Eggstronaut	14
Hoja de actividades del estudiante de 5.º a 8.º grado	15
Hoja de actividades del estudiante de 9-12 grado	22
Anexo	28
<i>Vocabulario</i>	<i>28</i>
<i>Partes de un paracaídas</i>	<i>29</i>
<i>Configuración de la zona de caída</i>	<i>30</i>
<i>Conceptos STEM:</i>	<i>31</i>
<i>Conceptos de física para la caída del paracaídas</i>	<i>32</i>
<i>Diagrama de cuerpo libre de la caída del huevo</i>	<i>33</i>
<i>Diagrama de cuerpo libre del huevo en caída de paracaídas</i>	<i>34</i>
<i>Fuerza de arrastre teórica sobre una partícula con forma de huevo</i>	<i>35</i>
<i>Artículo de noticias de la NASA: Pruebas de paracaídas</i>	<i>36</i>
<i>Pruebas de caída de paracaídas de la tripulación comercial</i>	<i>39</i>
Actividades de extensión y recursos adicionales	40



Grado: **5.º a 12.º**



Tiempo sugerido: **de tres a cinco períodos de clase de 50 minutos** (Nota: no es necesario que sean días de clase consecutivos)

Día 1: Presente el Programa de Tripulación Comercial, discuta los conceptos STEM, y presente el desafío

Día 2: revise el Proceso de diseño de ingeniería (PDI) y comience el desafío

Días 3 y 4: repita las iteraciones del PDI para refinar las soluciones

Día 5: desafío de recapitulación y discusión final

Descripción general del desafío del paracaídas de *Eggstronaut*

Descripción general del desafío: Equipos de 3-4 estudiantes diseñarán y construirán paracaídas para disminuir el descenso de un huevo y minimizar la fuerza del impacto al aterrizar.



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

MS-ETS1. Diseño de ingeniería

HS-PS2-3. Movimiento y estabilidad: fuerzas e interacciones

MS-PS2-2. Movimiento y estabilidad: fuerzas

MS-PS3-5. Energía

HS-ETS1. Diseño de ingeniería

HS-PS3-3. Energía



Estándares básicos comunes para las matemáticas ([CCSS, por sus siglas en inglés](#)):

5.G.A.2. Geometría

6.F.B.1. Geometría

7.G.B.6. Geometría

8.F.B.5. Funciones

HSM. Modelado

MP4. Estándares para la práctica matemática

Objetivos:

Después de esta actividad, los estudiantes serán capaces de:

- Utilizar el proceso de diseño de ingeniería para construir, probar y analizar un prototipo de paracaídas diseñado para reducir el descenso de un huevo y minimizar la fuerza del impacto al aterrizar. (5.º a 12.º grado)
- Investigar las fuerzas sobre un objeto que cae y el efecto de las distintas formas y tamaños de paracaídas sobre la energía del movimiento. (5.º a 12.º grado)
- Aplicar las matemáticas para resolver problemas de la vida real que impliquen ángulos, gráficos y áreas (5.º a 8.º grado)
- Aplicar conceptos matemáticos y físicos para analizar el movimiento y la energía de un objeto que cae y la fuerza de impacto durante una colisión (9.º a 12.º grado)

Utilizar huevos de plástico durante la fase de prueba de los diseños de paracaídas. El Eggstronaut de cada equipo debe tener la misma masa, unos 57 gramos, equivalente a la masa de un huevo grande. Después de que un equipo haya demostrado que el diseño del paracaídas hace aterrizar con seguridad el Eggstronaut durante al menos tres caídas consecutivas, podrá recibir la certificación para probar un huevo real.

Materiales:

Para la fase de prueba:

- huevos de plástico (aprox. 4 g) con un peso equivalente a la masa de un huevo real (huevo grande de 57 g)
- monedas, arandelas, arena o tierra (para agregar masa al huevo de plástico)
- bolas de algodón para llenar el espacio vacío dentro del huevo de plástico
- material del paracaídas: bolsas de plástico o mantel, papel de regalo o de seda
- cinta métrica, regla métrica u otro dispositivo para medir la altura y la distancia (opcional: aplicación de teléfono inteligente, buscador de distancia láser, o use la rueda de medición y el clinómetro para calcular la altura con la trigonometría del triángulo rectángulo)
- opcional: bandas de goma libres de látex, tamaño 61 (arnés fácil de poner y quitar para unir las líneas)
- opcional: pistola de pegamento caliente de baja temperatura y barras de pegamento
- cuerda
- tijeras
- balanza digital
- cronómetro
- cinta y/o pegamento
- Hoja de actividades del estudiante

Para la seguridad:

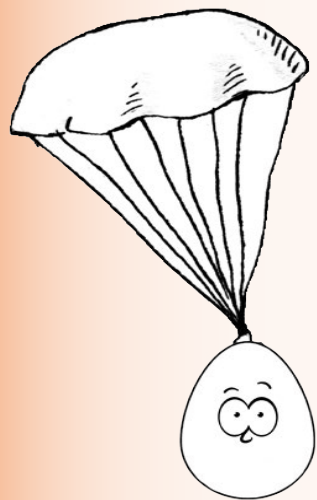
- conos de seguridad y cinta de precaución o postes para acordonar la zona de caída
- un cuenco pequeño de agua fría para mojar los dedos en caso de que se manchen de pegamento caliente
- guantes sanitarios para manipular huevos crudos
- lentes de seguridad
- cascos de seguridad

Para la fase de demostración:

- huevo crudo o duro (recomendado) para la demostración final del paracaídas
- bolsas de basura grandes o periódico en el suelo para la limpieza de la zona de caída

(Opcional):

- teléfono inteligente y/o computadora para el análisis de video digital del descenso y aterrizaje (ejemplos: [Tracker](#), Logger Pro, Video Physics)
- placa de fuerza para medir la fuerza de impacto durante el aterrizaje
- sensor de movimiento y/o acelerómetro inalámbrico para recopilar datos de descenso/aterrizaje
- papel cuadriculado para estimar la superficie de los paracaídas



Conexión con la NASA:

El Programa de tripulación comercial (CCP) de la NASA se creó para facilitar el desarrollo de una capacidad de transporte espacial de tripulación comercial estadounidense con el objetivo de lograr un acceso seguro, fiable y rentable hacia y desde la Estación Espacial Internacional y la órbita terrestre baja. Los ingenieros y especialistas aeroespaciales de la NASA trabajan en estrecha colaboración con los socios de la industria Boeing y SpaceX, y el enfoque de asociación permite a los ingenieros de la NASA conocer el proceso de desarrollo de cada empresa al tiempo que brinda acceso a la experiencia técnica y los recursos de la agencia. La seguridad de la tripulación es primordial en el regreso de los lanzamientos de vuelos espaciales tripulados desde el Centro Espacial Kennedy de la NASA, y las pruebas de los paracaídas proporcionan datos valiosos para ayudar a cada socio a cumplir con los requisitos de certificación y seguridad de la NASA. Boeing y SpaceX han ensayado numerosos escenarios en muchas condiciones diferentes, incluyendo pruebas de caída a baja y alta altitud (desde una altura de hasta 50.000 pies), entrada nominal y no nominal, así como aborto de ascenso, incluyendo demostraciones de aborto en plataforma. Estos hitos críticos para los socios de la tripulación comercial ayudan a predecir el rendimiento del paracaídas y a verificar su fiabilidad, lo cual es importante para la seguridad de la tripulación. Encuentre el manual del CCP para educadores en <http://www.nasa.gov/stem/ccp>.

El rol del educador (denominado **Profesor de la tripulación comercial o CCT** en esta actividad) es similar al rol de la NASA con los socios de la industria para la tripulación comercial:

- Establecer las expectativas y los requisitos para los hitos, y certificar que los requisitos de rendimiento se han cumplido para permitir a los equipos pasar al siguiente paso.
- Verificar que los equipos trabajan de manera **segura** y dentro de las limitaciones (tiempo, materiales, etc.).
- Proporcionar orientación y supervisión a lo largo del proceso de diseño de ingeniería, así como acceso a herramientas o información que ayuden a los equipos a alcanzar el éxito.
- Fomentar la innovación. Plantear preguntas que ayuden a los equipos a pensar de forma crítica y abierta sobre su diseño y el proceso de diseño. *¿Cómo lo probaría? ¿Qué dicen los datos sobre el tamaño de la campana? ¿Qué puede cambiar para aumentar el arrastre?*
- Fomentar las conjeturas. “Quiero saber qué pasará si...”
- Al exigir a los equipos que completen los hitos, podrá supervisar su progreso, evaluar su comprensión del proceso de diseño de ingeniería y ayudarles a realizar las correcciones necesarias. Firmar en las hojas de datos de los alumnos donde se indique.

Seguridad y advertencias:

- Los huevos frescos, incluso los que tienen la cáscara limpia y sin grietas, pueden contener una bacteria llamada Salmonella que puede causar una enfermedad transmitida por los alimentos, a menudo llamada “intoxicación alimentaria”.
- Lea todas las instrucciones y advertencias del fabricante de su pistola de pegamento.
- Despeje la zona de aterrizaje de personas. Supervise a los estudiantes cuando dejen caer el paracaídas. No permita que nadie intente atrapar un paracaídas que cae.
- Se recomienda que los huevos se dejen caer sobre superficies de césped, arena o tierra. Dejar caer huevos de plástico sobre concreto o superficies duras puede hacer que el plástico se rompa. Mantenga a los estudiantes alejados de la zona de aterrizaje para evitar la metralla. Si se utilizan monedas o arandelas en el interior del huevo, se deben pegar con cinta a las bolas de algodón para evitar que los trozos se desprendan durante el impacto.

Gestión:

- Asegúrese de imprimir las hojas de los estudiantes, las rúbricas, los pósters y otros recursos que puedan ayudar a que su desafío tenga éxito. Descarga todos los videos para que estén listos.
- Obtenga permiso antes de dejar caer objetos desde segundos pisos.
- [Configuración de la zona de caída:](#) Para obtener datos precisos, las caídas deben tener una altura mínima de 5 metros, medida desde la parte inferior del huevo hasta el suelo. Lo mejor es tener un saliente de la escalera o un balcón protegido del viento con un espacio abierto para instalar una cámara desde la distancia si se graba la caída.
- Asigne un comité de tiempo y tecnología que incluya un miembro de cada equipo. El comité se encargaría de la instalación de cámaras en la zona de caída y otros dispositivos de recopilación de datos. Esto permite la coherencia y la objetividad durante las pruebas, las mediciones y la recopilación de datos.
- Esta actividad funciona mejor en un día sin viento. Los vientos fuertes alejarán los paracaídas de la zona de aterrizaje y será difícil recopilar datos.
- Consejo: Planifique la supervisión adicional de un adulto si los equipos van a trabajar en el aula mientras otros equipos realizan la prueba en la zona de caída.



Presentación del programa de tripulación comercial

Presentación del programa de tripulación comercial

- Pregunte a los estudiantes qué saben sobre el Programa de tripulación comercial de la NASA. Si la mayoría de los estudiantes tienen poco o ningún conocimiento previo sobre la tripulación comercial, juegue a la [tripulación comercial: Dawn of a New Space Age \(El amanecer de la nueva era espacial\)](#) (1:51).
 - ¿Qué hace que la tripulación comercial sea un enfoque único para la NASA?
 - ¿Cuáles son algunos de los beneficios del Programa de tripulación comercial de la NASA?



- Después de que los estudiantes tengan un nivel básico de comprensión sobre el CCP, juegue a la [tripulación comercial: Video Flight Tests \(Pruebas de vuelo\)](#) (2:06).
 - ¿Por qué las pruebas de combate son fundamentales para el éxito de la tripulación comercial?
 - ¿Cuáles son las ventajas de que los astronautas que viajan a bordo de las naves espaciales trabajen en estrecha colaboración con los ingenieros que las diseñan y construyen?





Discusión de los conceptos STEM

Discusión de los conceptos STEM

- Usando un huevo duro, presente al nuevo miembro de la tripulación comercial “Eggstronaut” Corp, H. Dumpty.
- Como clase, explore lo que ocurrirá cuando se deje caer el huevo desde el segundo piso o más de un edificio (al menos 5 m).
 - Esta demostración proporcionará una información de referencia para el tiempo de caída que los equipos utilizarán para analizar la eficacia de sus diseños iniciales. Esta es también una oportunidad para:
 - demostrar la seguridad en el laboratorio
 - discutir algunos de los conceptos [fundamentales de STEM](#)
 - hablar de unidades de medida (centímetros, metros, segundos, etc.)
 - y explicar cualquier herramienta [adicional para la recopilación de datos](#) (análisis de video, plataforma de fuerza, acelerómetro, etc.)
 - *¿Cuál es la velocidad inicial del huevo? ¿Qué sucederá con la velocidad del huevo al caer? ¿Por qué?* Discuta cómo la gravedad juega un papel en el lanzamiento, el aterrizaje e incluso la órbita de los vehículos de la tripulación comercial.
 - *¿Cómo podríamos medir la altura de la caída del huevo?* Discuta las diferentes técnicas sugeridas por la clase. Proponga herramientas adicionales o enfoques matemáticos. Permita a los estudiantes elegir uno y comparar los diferentes resultados.
 - Utilice las siguientes ecuaciones para estimar el tiempo que tardará el huevo en caer a la altura medida.
 - 5.º a 8.º grado: ecuación básica de caída libre $d = \frac{1}{2}gt^2$
 - 9.º a 12.º grado: ecuaciones cinemáticas
 - *¿Cómo podríamos determinar la cantidad de energía que tiene el huevo antes de su lanzamiento?* Energía potencial gravitacional: $PE_{\text{grav}} = mgh$
 - *¿Cómo cambiará la energía potencial gravitacional al caer el huevo?*
 - *¿Cómo podríamos determinar la cantidad de energía que tiene el huevo justo antes de caer al suelo?* Energía cinética: $KE = \frac{1}{2}mv^2$
- Deje caer el huevo y pida a varios alumnos que midan el tiempo de caída utilizando cronómetros. Calcule el promedio. Registre este valor en la hoja de datos del estudiante.
 - *¿Por qué el valor medido del tiempo de caída es diferente del valor previsto calculado con la fórmula anterior?* Discuta la validez de la ecuación cuando la aceleración no es constante. Discuta el significado de caída libre.
- Deje caer dos hojas de papel, una gruesa y otra arrugada para abrir la conversación sobre la resistencia al aire o el arrastre.
 - *¿Cómo afecta la resistencia al movimiento de un objeto que cae?* (Discuta la resistencia, la fuerza neta, la aceleración y la velocidad terminal. Relacione el tiempo de caída, la energía cinética, el momento y el impulso o fuerza de impacto)
 - *¿Cómo ralentizan los socios de la tripulación comercial de la NASA el descenso del vehículo de la tripulación durante el aterrizaje y el aborto del ascenso?* [Opcional: Videos del paracaídas del CCP](#)
- **Ahora la tripulación comercial te necesita para ayudar a devolver a nuestros Eggstronauts la Tierra de forma segura. Este es tu desafío.** (Enfatice la importancia de la seguridad de la tripulación)

Presentación del desafío del paracaídas de *Eggstronaut*

Desafío:

diseñar y construir un paracaídas para disminuir el descenso de un huevo y minimizar la fuerza del impacto al aterrizar.

- Discuta el [proceso de diseño de ingeniería](#).
- Explique el [vocabulario](#) incluyendo [las partes de un paracaídas](#).
- Repase las hojas de actividades de los estudiantes y [la rúbrica](#).
- Compruebe si hay conceptos erróneos y refuerce los [conceptos de física](#).
- Comparta información adicional sobre las [pruebas de paracaídas](#) del Programa de la Tripulación Comercial.

Restricciones:

- No se puede fijar nada al huevo, excepto el arnés.
- El huevo debe impactar primero en el suelo.
- Los huevos deben caer con el eje mayor o más largo perpendicular al suelo.
- Utilice sólo los materiales proporcionados, a menos que se le dé permiso explícito para una exención.
- Describa su rol como Profesor la tripulación comercial (CCT). Los equipos deben cumplir los hitos clave para recibir la certificación del CCT y pasar al siguiente paso.

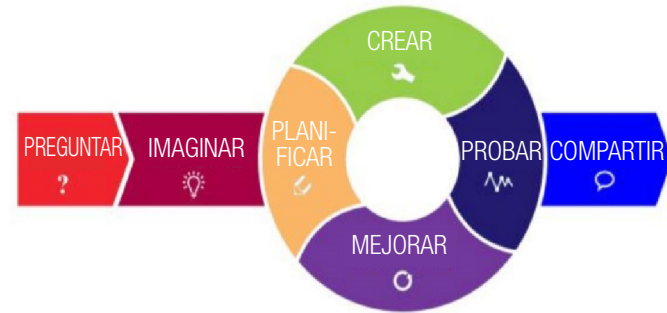
Hitos clave:

1. Revisión de diseño preliminar (PDR): los equipos presentarán un dibujo técnico y una descripción de cada diseño de paracaídas antes de recibir un “presupuesto” para suministros que permita a los estudiantes reunir los materiales indicados en su PDR y empezar a construir. (Nota: Esta actividad no incluye el mantenimiento de un presupuesto, pero podría añadirse fácilmente. Consulte las [Actividades de Extensión](#)).
2. Revisión de preparación para el lanzamiento (LRR): el CCT confirmará que cada equipo ha construido su modelo de acuerdo con las especificaciones de la PDR, incluyendo el peso del Eggstronaut, y comprobará cualquier problema de seguridad antes de permitir que el equipo realice una prueba de caída.
3. Revisión de evaluación posterior al lanzamiento (PLAR): los equipos presentarán un análisis de los datos recopilados en la prueba de caída con recomendaciones para mejorar su diseño.
4. Revisión de seguridad y éxito de la misión (SMSR): después de que los equipos hayan completado varias iteraciones de PDR, LRR y PLAR, deben demostrar que pueden aterrizar con seguridad el Eggstronaut durante 3 caídas consecutivas con el mismo paracaídas. Este es el paso final para certificar su diseño antes de probarlo con un huevo real.
5. Informe: los equipos enviarán una presentación final al CCT con una descripción general del desafío de diseño y lo que aprendieron del proceso junto con cualquier recomendación para pruebas adicionales o mejoras en su diseño.

El proceso de diseño de ingeniería

PREGUNTAR

- Ayude a los estudiantes a responder cualquier pregunta que tengan sobre el desafío.
- Use los simuladores interactivos de los [Recursos Adicionales](#) para profundizar en los conceptos difíciles o en los conceptos erróneos.
- Los estudiantes podrían investigar varias geometrías de diseños de paracaídas para obtener algunas ideas de diferentes formas.
- Explique las matemáticas para calcular la superficie o hacer dibujos a escala.
 - En Internet se pueden encontrar fórmulas para formas poco comunes. También se puede utilizar papel cuadriculado para estimar el área de las formas irregulares. Este es también un buen método para los estudiantes de matemáticas de nivel inferior.



IMAGINAR

- 5.º a 8.º grado consideran la forma y el tamaño de la campana. 9.º a 12.º grado también consideran la longitud y el número de líneas de suspensión, y si incluyen una ventilación superior, de qué tamaño.

PLANIFICAR

- Todos los planos deben ser aprobados antes de comenzar la construcción.
- Opcional: Los equipos pueden planificar la prueba de varios paracaídas al mismo tiempo para comprender mejor una variable específica. (Por ejemplo, diseñe y construya tres paracaídas rectangulares con dimensiones proporcionales para determinar el efecto de la superficie en la resistencia. Sin embargo, no pueden variar simultáneamente la longitud o el número de las líneas de suspensión porque entonces resulta difícil evaluar la causa y el efecto).

CREAR

- Todos los modelos de paracaídas deben cumplir con las especificaciones de diseño o deben volver a certificar la PDR.

PROBAR

- Todos los equipos medirán el tiempo que tarda en caer el dispositivo de arrastre.
- Los estudiantes avanzados también pueden medir la fuerza del impacto, analizar los datos de posición, velocidad y aceleración durante la caída, y/o usar análisis de video de la caída y el impacto.

MEJORAR

- Después de completar cada ronda de pruebas, los estudiantes harán modificaciones en sus diseños para intentar aumentar el tiempo que tarda su huevo en caer (aumentando el arrastre). Deben documentar y justificar todos los cambios de diseño.

COMPARTIR

- No todos los equipos tendrán éxito dentro de las limitaciones dadas (tiempo, materiales, etc.), por lo que la discusión en clase proporciona el cierre del desafío.
- Discuta los obstáculos a los que se enfrentaron los equipos para completar este desafío.
- Involucre a los estudiantes en una discusión revisando sus datos y planteando preguntas:
 - *¿Qué características del diseño del paracaídas proporcionaron los resultados más fiables?*
 - *¿Qué diseño tuvo el descenso más lento (tiempo de caída más largo)?*
 - *¿Qué se descubrió sobre la relación entre el área de superficie y el tiempo de caída (o velocidad)?*
 - *¿Qué información podrían obtener los ingenieros que trabajan en este proyecto de los resultados de su equipo?*
 - *¿Qué otras pruebas y cálculos podría hacer antes de presentar sus recomendaciones al CCT? Discuta las pruebas de diferentes materiales o formas, cómo podrían crear y probar posibles anomalías, o cómo podrían determinar la carga máxima que el dispositivo de arrastre puede frenar, etc.*
 - *¿Cuál cree que sería la mejor manera de presentar sus resultados?*
- Explore [las carreras de tripulación comercial](#).

INFORME

- Elija una fecha para que los equipos hagan una presentación final con una descripción general del desafío de diseño y lo que aprendieron del proceso.
- Fomente la creatividad y el uso de herramientas multimedia (por ejemplo, narración digital, presentación de diapositivas, creación de películas, etc.).
- Los equipos deben explicar su diseño y dar resultados que cuantifiquen el rendimiento con análisis de datos para justificar sus pasos en el proceso de diseño.
- Recuerde a los equipos que compartan datos visuales (imágenes, videos o dibujos).
- También deben describir los desafíos o contratiempos, y considerar qué análisis adicionales podrían hacerse para mejorar su diseño o cómo el tiempo y las pruebas adicionales podrían beneficiar o afinar su diseño.
- Destaque que es importante utilizar una terminología y un vocabulario correctos, ya que en este reto se evaluará la aplicación de los conceptos STEM.

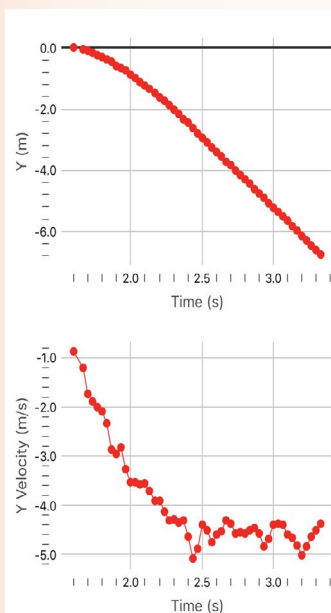
Análisis de video digital

Consejos para capturar video:

- Grabe un video de un objeto que se mueve perpendicularmente al objetivo de la cámara.
- Utilice un trípode para mantener la cámara estable.
- No gire, incline ni acerque la cámara mientras captura video.
- Si es posible, elija un lugar con un fondo liso y un color que contraste con el de Eggstronaut.
- Coloque una regla o un metro dentro de la toma de la cámara y perpendicular al suelo para la escala.

Análisis de video digital:

- Suba su video a Tracker, un programa gratuito disponible para Windows y MacOS, o instale una aplicación para tu teléfono o tableta como Vernier Video Physics (no es gratuita).
- Antes de analizar el video, asegúrese de establecer el origen, los ejes de coordenadas y la escala.
- Ambas herramientas tienen opciones para seguimiento automático o manual. El seguimiento manual se puede utilizar cuando falla el seguimiento automático (es decir, Eggstronaut se “pierde” en segundo plano).
- Video Physics admite gráficos básicos para datos de posición y velocidad. Los datos se pueden compartir fácilmente con computadoras, tabletas y teléfonos. Para un análisis más complejo se requiere un software adicional, Graphical Analysis o Logger Pro.
- Tracker es una herramienta de análisis de video más sofisticada con muchas opciones para visualizar los datos y encontrar ecuaciones para el mejor ajuste. También se pueden exportar y compartir videos, gráficos y datos.
- Explore las características disponibles de cada herramienta para decidir cuál es la más adecuada para sus estudiantes o elija su propio software de análisis de video digital.



Análisis de Video Physics
de Eggstronaut con
Paracaídas

Preguntas de debate:

- ¿Cómo cambia la posición vertical en función del tiempo?
- ¿Cómo cambia la velocidad vertical en función del tiempo?
- ¿Por qué la gráfica de la velocidad no es una curva suave?
- ¿Eggstronaut alcanzó la velocidad terminal? ¿Cómo puede saberlo?
- ¿Cuál es la ecuación de mejor ajuste?
- Discuta el significado de los coeficientes y las variables de las ecuaciones de mejor ajuste y lo que significan en el contexto de este problema. (La velocidad es la derivada o el índice de cambio de posición con respecto al tiempo. La aceleración es el índice de cambio de la velocidad con respecto al tiempo)
- Discuta las fuentes de error en la medición y el análisis.

Análisis en Tracker del huevo en caída libre

Los estudiantes pueden mover el cursor para ver la correspondencia entre el video y los datos numéricos y gráficos. Discuta los puntos clave del gráfico y su significado en el contexto del mundo físico.

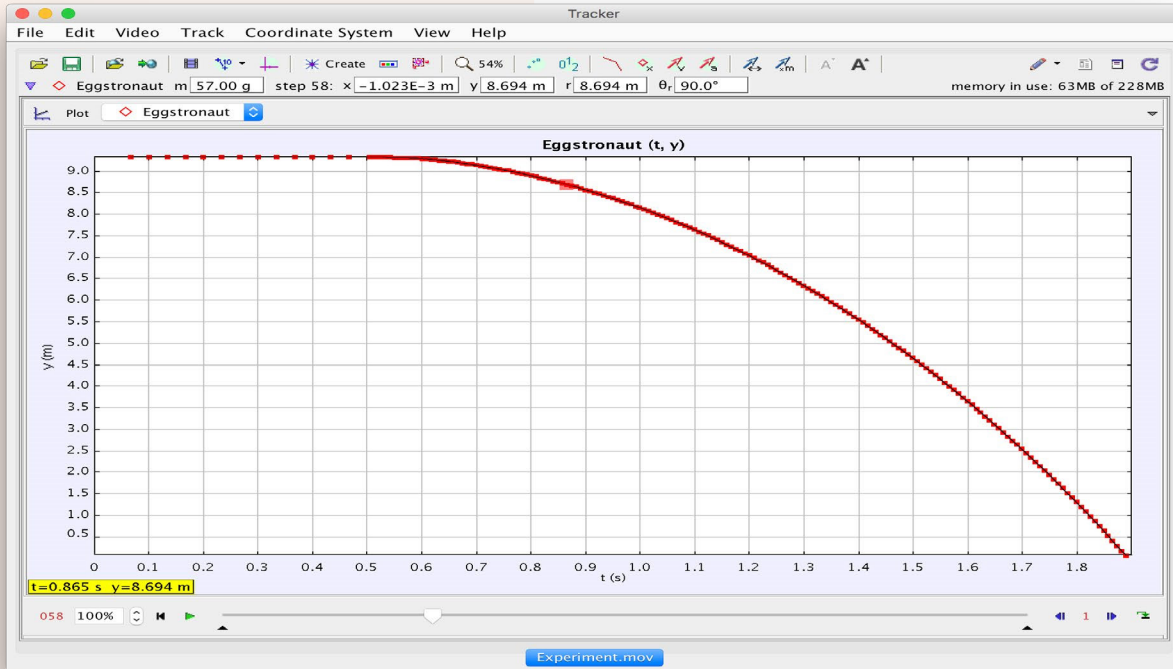
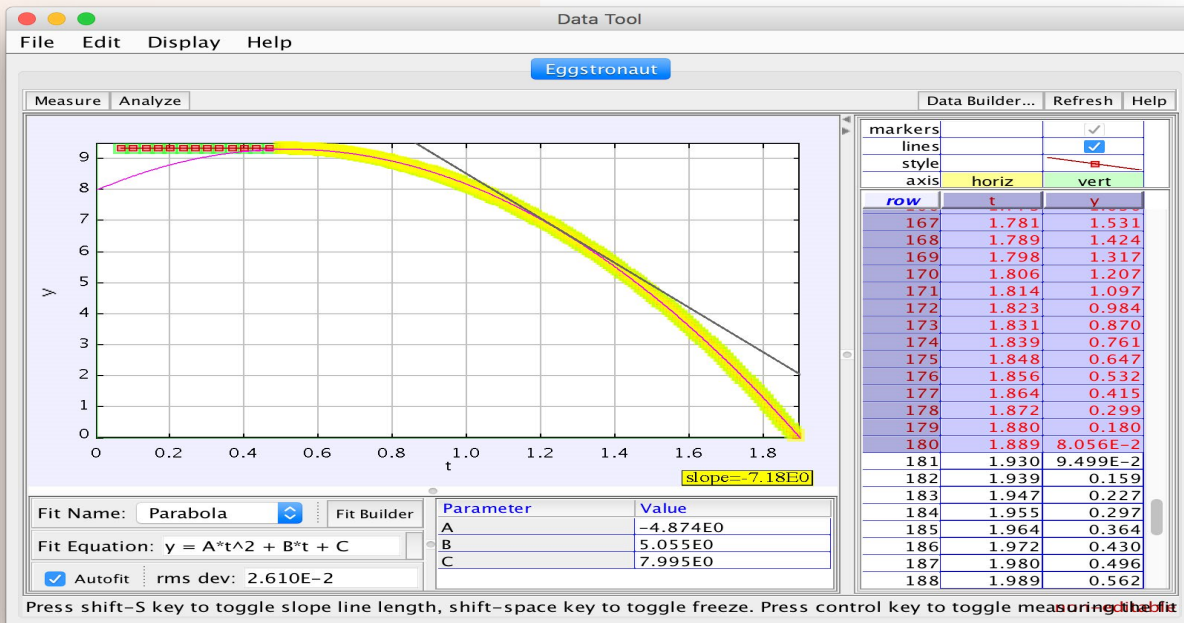


Gráfico de los datos de la posición vertical con respecto al tiempo



Ecuación de ajuste: $y = -4.87t^2 + 5.06t + 8$

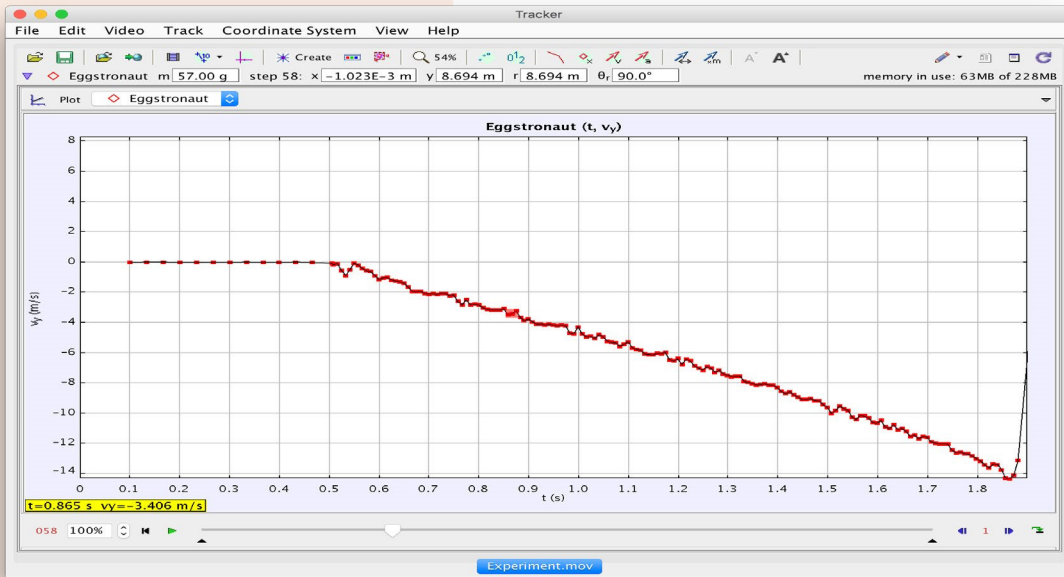
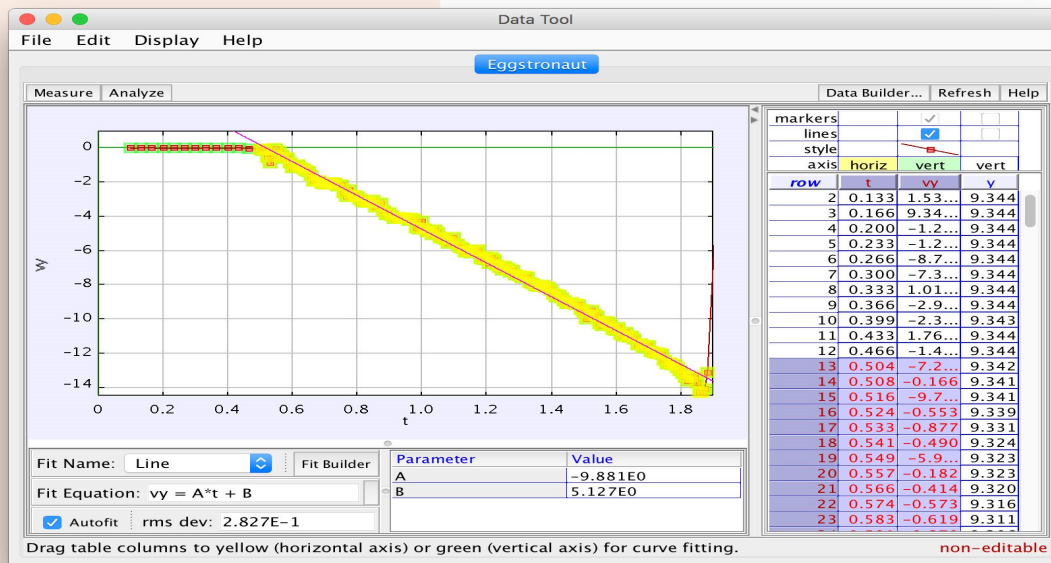


Gráfico de los datos de la velocidad vertical con respecto al tiempo



Ecuación de ajuste: $v_y = -9.88t + 5.13$

Extensiones tecnológicas:

Si tiene acceso a recursos adicionales en un laboratorio de física, considere otras herramientas para recopilar y utilizar datos. Se puede colocar un pequeño acelerómetro portátil dentro del huevo de plástico para registrar los datos durante el descenso. Utilice una placa de fuerza para medir la fuerza del impacto. Tenga en cuenta que la placa de fuerza debe ser sensible para fuerzas de bajo impacto, y puede ser un desafío para Eggstronaut aterrizar directamente en la placa. Se puede utilizar un sensor de movimiento para recopilar datos de posición y velocidad, pero alinear el sensor de movimiento con la caída de Eggstronaut también puede ser un reto.

Rúbrica del desafío del paracaídas de *Eggstronaut*

Categoría de la rúbrica	Puntaje
<p>Lluvia de ideas para identificar el problema y las limitaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • El problema se identifica y se explica en detalle. • Todos los criterios y limitaciones se enumeran y aclaran. • Se enumeran las posibles soluciones a partir de la sesión de lluvia de ideas. • Se incluye el trabajo que otros han realizado para resolver el problema. 	
<p>Generar ideas, posibilidades y elección de diseños</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se seleccionan dos o tres ideas de la lista de la lluvia de ideas. • Se crean bocetos detallados de las ideas seleccionadas. • Los bocetos están etiquetados con las dimensiones y los materiales de cada componente. • Se selecciona un diseño para construir con las razones de la elección. 	
<p>Construir el modelo o prototipo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se incluye una lista detallada de materiales. • Se incluyen y se siguen procedimientos detallados. • Los materiales se manipulan y almacenan adecuadamente. • Se respetan las normas de seguridad. 	
<p>Probar el modelo y evaluar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el diseño se desarrollan hipótesis que siguen el formato “si..., entonces...”. • Se enumeran los puntos fuertes del diseño. • Se enumeran los puntos débiles del diseño o los compromisos del mismo. • Los resultados se registran con precisión. • Las tablas de datos están completas y bien organizadas. • El diseño elegido aborda efectivamente el problema identificado. 	
<p>Perfeccionar el diseño</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las modificaciones para mejorar el diseño se basan en los resultados de las pruebas. • Las modificaciones del diseño están documentadas. • Se realizan ensayos adicionales. • Las reflexiones muestran una gran visión y comprensión del proceso y los objetivos del proyecto. 	
<p>Compartir el diseño</p> <ul style="list-style-type: none"> • La presentación está bien organizada. • La presentación abarca todas las áreas del proceso de diseño. • La presentación se comunica con claridad (verbal o visualmente) con datos, esquemas, gráficos o imágenes adecuados. • La presentación incluye las contribuciones de todos los miembros del equipo. 	
TOTAL (de 24 puntos posibles)	

4 (Avanzado) = todos los criterios (procedimientos, pasos y detalles) se cumplen o se siguen con raros errores.

3 (Competente) = se cumplen la mayoría de los criterios con solo algunos errores.

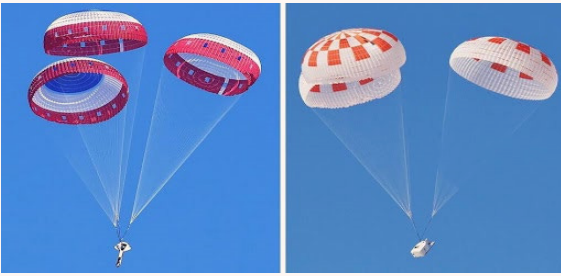
2 (En desarrollo) = no se cumplen muchos criterios y/o hay muchos errores.

1 (Principiante) = no se cumplen la mayoría de los criterios.

0 (Sin esfuerzo) = no hay esfuerzo para cumplir los criterios.

Desafío del paracaídas de Eggstronaut

Hoja de actividades del estudiante de 5.º a 8.º grado



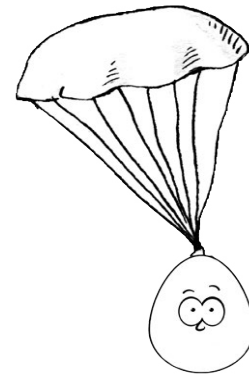
Descripción general:

El Programa de tripulación comercial de la NASA se creó para facilitar el desarrollo de una capacidad de transporte espacial de tripulación comercial estadounidense con el objetivo de lograr un acceso seguro, fiable y rentable hacia y desde la Estación Espacial Internacional y la órbita terrestre baja. Los ingenieros y especialistas aeroespaciales de la NASA trabajan en estrecha colaboración con los socios de la industria Boeing y SpaceX, y el enfoque de asociación permite a los ingenieros de la NASA conocer el proceso de desarrollo de cada empresa al tiempo que brinda acceso a la experiencia técnica y los recursos de la agencia. La seguridad de la tripulación es primordial en el regreso de los lanzamientos de vuelos espaciales tripulados desde el Centro Espacial Kennedy de la NASA, y las pruebas de los paracaídas proporcionan datos valiosos para ayudar a cada socio a cumplir con los requisitos de certificación y seguridad de la NASA. Boeing y SpaceX han ensayado numerosos escenarios en muchas condiciones diferentes, incluyendo pruebas de caída a baja y alta altitud (desde una altura de hasta 50.000 pies), entrada nominal y no nominal, así como aborto de ascenso, incluyendo demostraciones de aborto en plataforma. Estos hitos críticos para los socios de la tripulación comercial ayudan a predecir el rendimiento del paracaídas y a verificar su fiabilidad, lo cual es importante para la seguridad de la tripulación.

Desafío: trabaje en equipo para diseñar y construir paracaídas para disminuir el descenso de un huevo y minimizar la fuerza del impacto al aterrizar. Cada miembro del equipo construirá un paracaídas con la misma forma pero diferente tamaño para determinar el efecto del área de la superficie en el tiempo de caída. Su equipo debe asegurarse de que cada paracaídas tenga dimensiones proporcionales.

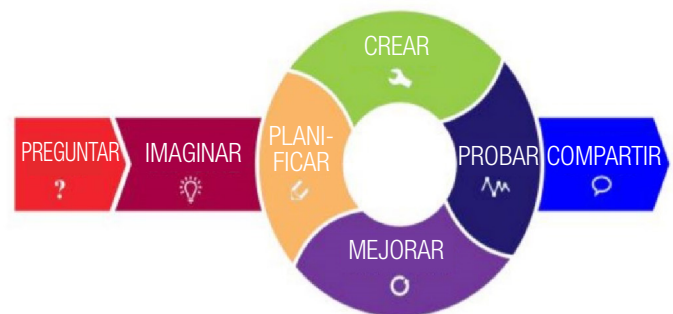
Restricciones:

- No se puede fijar nada al huevo, excepto el arnés.
- El huevo debe impactar primero en el suelo.
- Los huevos deben caer con el eje mayor o más largo perpendicular al suelo.
- Utilice sólo los materiales proporcionados, a menos que se le dé permiso explícito para una exención.
- Los equipos deben cumplir los hitos clave para recibir la certificación del CCT y pasar al siguiente paso.



Preguntar: ¿qué diseño de paracaídas ralentizará más el descenso de un huevo que cae?

Imaginar: Haga una lluvia de ideas y/o investigue diseños de paracaídas para encontrar la mejor solución para aterrizar con seguridad su Eggstronaut

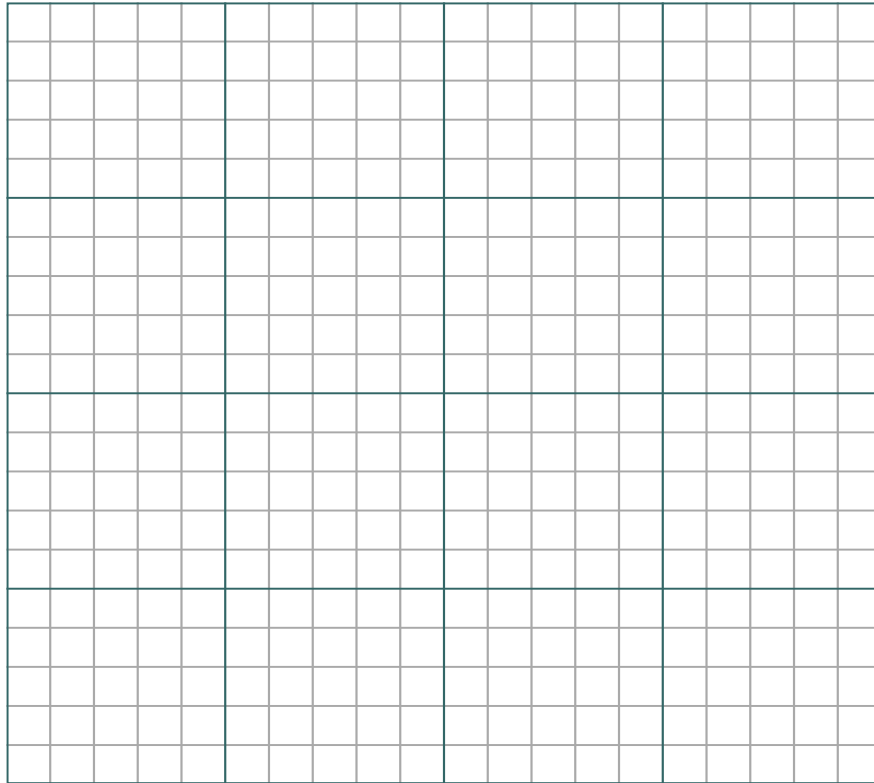


Tiempo de caída de Eggstronaut sin paracaídas: _____ Altura de caída: _____

Preguntar: Hoy diseñará un paracaídas que ralentizará el descenso de un huevo que cae. ¿Qué preguntas tiene sobre el desafío de hoy?

Imaginar: Las variables a considerar son la forma y el tamaño de la campana. ¿Cuál será la forma general de su campana.? ¿Qué características especiales incluirá? ¿Qué variable probará su equipo y cómo? [Nota: recuerde mantener el número y la longitud de las líneas de suspensión constantes para cada diseño.]

Planificar: Realice un dibujo a escala del diseño de su campana. Asegúrese de incluir las medidas.



Superficie de la campana (mostrar cálculos):

Lista de materiales (incluir cantidades):

Escriba una hipótesis que describa cómo la variable que se está probando con el diseño de su paracaídas afectará al tiempo que tarda el huevo en caer.

Revisión de diseño preliminar (PDR) aprobado por: _____

Crear: después de construir la campana, el arnés y las líneas de suspensión, pese el Eggstronaut y el paracaídas por separado. Solicite la certificación enviando su prototipo completo para la revisión de preparación para el lanzamiento para continuar con el siguiente paso.

Peso de Eggstronaut: _____

Peso del paracaídas: _____

Revisión de preparación para el lanzamiento (LRR) aprobado por: _____

- El modelo de paracaídas cumple con las especificaciones de diseño de la PDR.
- Sin problemas de seguridad.

Probar: deje caer su Eggstronaut con el paracaídas desde una altura constante y conocida. Utilice las herramientas proporcionadas para recopilar datos.

Tiempo de caída: _____

Anote cuidadosamente cualquier observación sobre el rendimiento de tu paracaídas, incluidos los atributos positivos (etiqueta con +) o los problemas que hay que resolver (etiqueta con -) para la siguiente iteración. Inspeccione su huevo en busca de signos de traumatismo y documéntelo a continuación.

Mejorar: revise todos los datos y compárelos con los diseños anteriores y los resultados del tiempo de caída de Eggstronaut sin paracaídas. ¿Cómo le ayudan los resultados de las pruebas anteriores a decidir qué intentará de forma diferente la próxima vez? Explique.

¿Qué hará para mejorar su diseño? Justifique su conclusión.

Antes de volver a las fases de planificación, creación y prueba, debe demostrar que ha completado el hito de revisión de la evaluación posterior al lanzamiento.

Revisión de evaluación posterior al lanzamiento (PLAR) aprobado por:

Se identifica una variable para mejorar el diseño. Justificación basada en el análisis de datos.

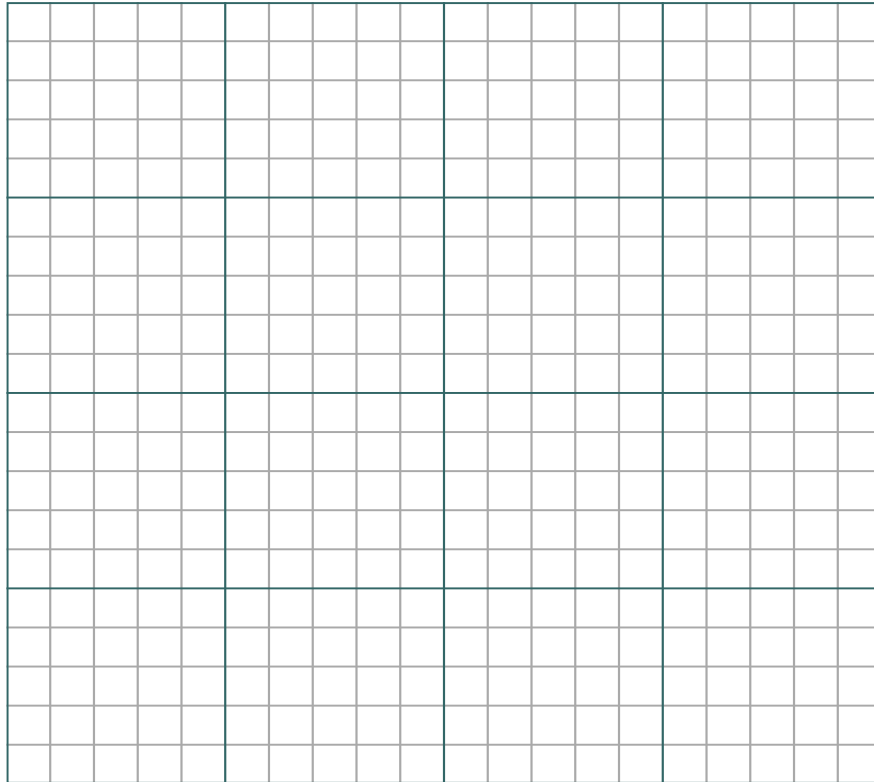
*Nota: Si su equipo ha aterrizado de forma segura el Eggstronaut con el mismo paracaídas durante 3 caídas consecutivas, puede solicitar la Revisión de seguridad y éxito de la misión. Completar este hito certifica que su equipo está preparado para realizar una prueba de caída con un huevo real.

Revisión de seguridad y éxito de la misión (SMSR) aprobado por: _____

Eggstronaut ha aterrizado sin problemas durante 3 pruebas de caída consecutivas con el mismo paracaídas.

Análisis gráfico del área de superficie frente al tiempo de caída

Complete esta actividad gráfica después de que todos los datos de la clase hayan sido recopilados y compartidos para el Proceso de diseño de ingeniería. Trazar la superficie (variable independiente en el eje x) frente al tiempo de caída (variable dependiente en el eje y) con un color diferente para cada forma. Rotule el gráfico apropiadamente. Trace al menos cuatro puntos de datos diferentes, pero cuantos más mejor.



¿Qué se descubrió sobre la relación entre el área de la superficie y el tiempo de caída?

Compartir: Después de haber cumplido con los criterios de este desafío para probar un huevo real o cuando las restricciones (tiempo, materiales, etc.) impidan realizar más pruebas de diseño, comparta sus resultados con la clase. Tenga en cuenta algunas preguntas:

- ¿Qué características del diseño del paracaídas proporcionaron los resultados más fiables?

- ¿Qué diseño tuvo el descenso más lento (tiempo de caída más largo)?

- ¿Qué información podrían obtener los ingenieros que trabajan en este proyecto de los resultados de su equipo?

- ¿Qué otras pruebas y cálculos podría hacer antes de presentar sus recomendaciones al CCT?

- ¿Cuál cree que sería la mejor manera de presentar sus resultados?

Informe: los equipos enviarán una presentación final al CCT con una descripción general del desafío de diseño y lo que han aprendido del proceso. Use la creatividad. Use una herramienta multimedia (por ejemplo, narración digital, presentación de diapositivas, creación de películas, etc.). Explique su diseño, proporcione resultados que cuantifiquen el rendimiento con análisis de datos y justifique sus pasos en el proceso de diseño. Comparta datos visuales (imágenes, videos o dibujos). Describa cualquier desafío o contratiempo. Considere qué análisis adicionales podrían hacerse para mejorar su diseño o cómo el tiempo y las pruebas adicionales podrían beneficiar o perfeccionar su diseño. Es importante utilizar la terminología y el vocabulario correctos para demostrar su comprensión de los conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

El informe debe ser presentado por: _____

Desafío del paracaídas de Eggstronaut

Hoja de actividades del estudiante de 9.º a 12.º grado



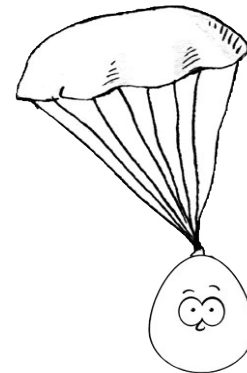
Descripción general:

El Programa de tripulación comercial de la NASA se creó para facilitar el desarrollo de una capacidad de transporte espacial de tripulación comercial estadounidense con el objetivo de lograr un acceso seguro, fiable y rentable hacia y desde la Estación Espacial Internacional y la órbita terrestre baja. Los ingenieros y especialistas aeroespaciales de la NASA trabajan en estrecha colaboración con los socios de la industria Boeing y SpaceX, y el enfoque de asociación permite a los ingenieros de la NASA conocer el proceso de desarrollo de cada empresa al tiempo que brinda acceso a la experiencia técnica y los recursos de la agencia. La seguridad de la tripulación es primordial en el regreso de los lanzamientos de vuelos espaciales tripulados desde el Centro Espacial Kennedy de la NASA, y las pruebas de los paracaídas proporcionan datos valiosos para ayudar a cada socio a cumplir con los requisitos de certificación y seguridad de la NASA. Boeing y SpaceX han ensayado numerosos escenarios en muchas condiciones diferentes, incluyendo pruebas de caída a baja y alta altitud (desde una altura de hasta 50.000 pies), entrada nominal y no nominal, así como aborto de ascenso, incluyendo demostraciones de aborto en plataforma. Estos hitos críticos para los socios de la tripulación comercial ayudan a predecir el rendimiento del paracaídas y a verificar su fiabilidad, lo cual es importante para la seguridad de la tripulación.

Desafío: Trabaje en equipo para diseñar y construir un paracaídas para disminuir el descenso de un huevo y minimizar la fuerza del impacto al aterrizar.

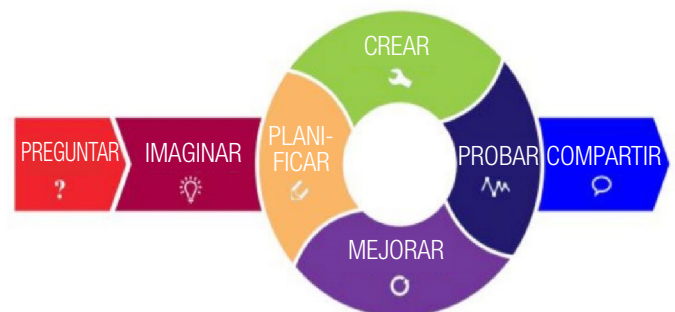
Restricciones:

- No se puede fijar nada al huevo, excepto el arnés.
- El huevo debe impactar primero en el suelo.
- Los huevos deben caer con el eje mayor o más largo perpendicular al suelo.
- Utilice sólo los materiales proporcionados, a menos que se le dé permiso explícito para una exención.
- Los equipos deben cumplir los hitos clave para recibir la certificación del CCT y pasar al siguiente paso.



Preguntar: ¿qué diseño de paracaídas ralentizará más el descenso de un huevo que cae?

Imaginar: haga una lluvia de ideas y/o investigue diseños de paracaídas para encontrar la mejor solución para aterrizar con seguridad su Eggstronaut.

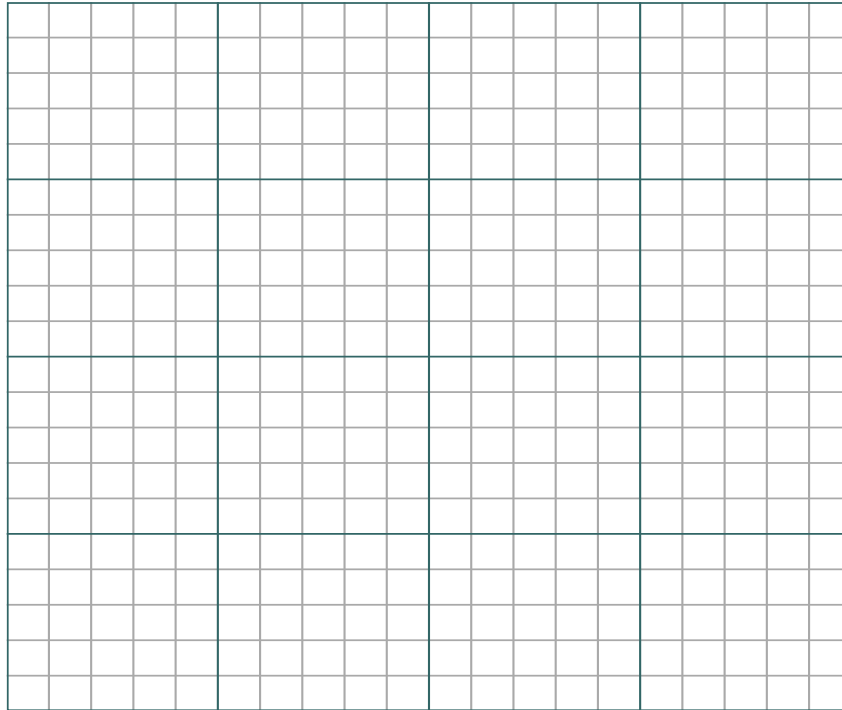


Tiempo de caída de Eggstronaut sin paracaídas: _____ Altura de caída: _____

Preguntar: hoy diseñará un paracaídas que ralentizará el descenso de un huevo que cae. ¿Qué preguntas tiene sobre el desafío de hoy?

Imaginar: las variables a tener en cuenta son la forma y el tamaño de la campana, la longitud y el número de líneas de suspensión, y si incluyen una ventilación superior, de qué tamaño. ¿Cuál será la forma general de su campana.? ¿Qué características especiales incluirá? ¿Qué variable probará su equipo y cómo?

Planificar: Realice un dibujo a escala del diseño de su campana. Asegúrese de incluir las medidas.



Superficie de la campana (mostrar cálculos):

Lista de materiales (incluir cantidades):

Escriba una hipótesis que describa cómo la variable que se está probando con el diseño de su paracaídas afectará al tiempo que tarda el huevo en caer.

Revisión de diseño preliminar (PDR) aprobado por: _____

Crear: después de construir la campana, el arnés y las líneas de suspensión, pese el Eggstronaut y el paracaídas por separado. Solicite la certificación enviando su prototipo completo para la revisión de preparación para el lanzamiento para continuar con la prueba de caída.

Peso de Eggstronaut: _____

Peso del paracaídas: _____

Revisión de preparación para el lanzamiento (LRR) aprobado por: _____

- El modelo de paracaídas cumple con las especificaciones de diseño de la PDR.
- Sin problemas de seguridad.

Probar: deje caer su Eggstronaut con el paracaídas desde una altura constante y conocida. Utilice las herramientas proporcionadas para recopilar datos.

Tiempo de caída: _____

Anote cuidadosamente cualquier observación sobre el rendimiento de tu paracaídas, incluidos los atributos positivos (etiqueta con +) o los problemas que hay que resolver (etiqueta con -) para la siguiente iteración. Inspeccione su huevo en busca de signos de traumatismo y documéntelo a continuación.

Incluya o adjunte cualquier dato adicional recopilado, como la fuerza del impacto, los gráficos de posición, velocidad y aceleración, e indique si se tomó un vídeo para documentar la caída o el impacto.

Mejorar: revise todos los datos y compárelos con los diseños anteriores y los resultados del tiempo de caída de Eggstronaut sin paracaídas. ¿Cómo le ayudan los resultados de las pruebas anteriores a decidir qué intentará de forma diferente la próxima vez? Explique.

¿Qué hará para mejorar su diseño? ¿Qué variable cambiará y probará en la próxima iteración de su diseño? Justifique su conclusión.

Antes de volver a las fases de planificación, creación y prueba, debe demostrar que ha completado el hito de revisión de la evaluación posterior al lanzamiento.

Revisión de evaluación posterior al lanzamiento (PLAR) aprobado por: _____

- Se identifica una variable para mejorar el diseño. Justificación basada en el análisis de datos.

*Nota: si su equipo ha aterrizado de forma segura el Eggstronaut con el mismo paracaídas durante 3 caídas consecutivas, puede solicitar la Revisión de seguridad y éxito de la misión. Completar este hito certifica que su equipo está preparado para realizar una prueba de caída con un huevo real.

Revisión de seguridad y éxito de la misión (SMSR) aprobado por: _____

- Eggstronaut ha aterrizado sin problemas durante 3 pruebas de caída consecutivas con el mismo paracaídas.

Compartir: después de haber cumplido con los criterios de este desafío para probar la caída de un huevo real o cuando las restricciones

(tiempo, materiales, etc.) impidan cualquier otra prueba de diseño, comparta sus resultados con la clase. Tenga en cuenta algunas preguntas:

- ¿Qué características del diseño del paracaídas proporcionaron los resultados más fiables?

- ¿Qué diseño tuvo el descenso más lento (tiempo de caída más largo)?

- ¿Qué se descubrió sobre la relación entre el área de superficie y el tiempo de caída (o velocidad)?

- ¿Qué información podrían obtener los ingenieros que trabajan en este proyecto de los resultados de su equipo?

- ¿Qué otras pruebas y cálculos podría hacer antes de presentar sus recomendaciones al CCT?

- ¿Cuál cree que sería la mejor manera de presentar sus resultados?

Informe: los equipos enviarán una presentación final al CCT con una descripción general del desafío de diseño y lo que han aprendido del proceso. Use la creatividad. Use una herramienta multimedia (por ejemplo, narración digital, presentación de diapositivas, creación de películas, etc.). Explique su diseño, proporcione resultados que cuantifiquen el rendimiento con análisis de datos y justifique sus pasos en el proceso de diseño. Comparta datos visuales (imágenes, videos o dibujos). Describa cualquier desafío o contratiempo. Considere qué análisis adicionales podrían hacerse para mejorar su diseño o cómo el tiempo y las pruebas adicionales podrían beneficiar o perfeccionar su diseño. Es importante utilizar la terminología y el vocabulario correctos para demostrar su comprensión de los conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

El informe debe ser presentado por: _____

Vocabulario

Aceleración: índice de cambio de velocidad con respecto al tiempo que es el resultado neto de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto y que provocan un cambio de velocidad, de dirección o de ambos (medido en metros por segundo).

Arnés/Contenedor: utilizado por los paracaidistas para sujetarse al paracaídas y se conecta directamente a las líneas de suspensión o a través de unas gruesas correas llamadas bandas.

Campana: porción de tela del paracaídas comúnmente hecho de nylon y utilizado para desacelerar el movimiento de un objeto creando arrastre.

Energía cinética: la energía del movimiento que es proporcional al cuadrado de su velocidad (medida en julios).

Energía potencial gravitacional: energía que un objeto ha almacenado debido a su masa y posición sobre la Tierra (medida en julios).

Gravedad: una fuerza de atracción que tienen todos los objetos entre sí y que es proporcional al producto de sus dos masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre sus centros de masa (medido en Newton).

Impulso: cambio de momento de un objeto debido a una fuerza que actúa durante un intervalo de tiempo (medido en Newton-segundos o kilogramo-metro por segundo).

Líneas de suspensión: líneas que conectan la campana del paracaídas con el arnés del paracaídas y forman una red o esqueleto para la campana que distribuye el peso de la carga útil y absorbe gran parte del impacto de la apertura del paracaídas.

Momento: igual a la masa de un objeto multiplicada por su velocidad (medida en Newton-segundo o kilogramo-metro por segundo).

Nominal: según el plano o diseño.

Peso: la fuerza generada por la atracción gravitacional de la Tierra que es igual a la masa del objeto por la aceleración gravitacional o $9,8 \text{ m/s}^2$ en la superficie de la Tierra (medida en Newtons)

Resistencia del aire o arrastre aerodinámico: fuerza de fricción que actúa en la dirección opuesta de un objeto sólido que se desplaza por el aire (se mide en newtons).

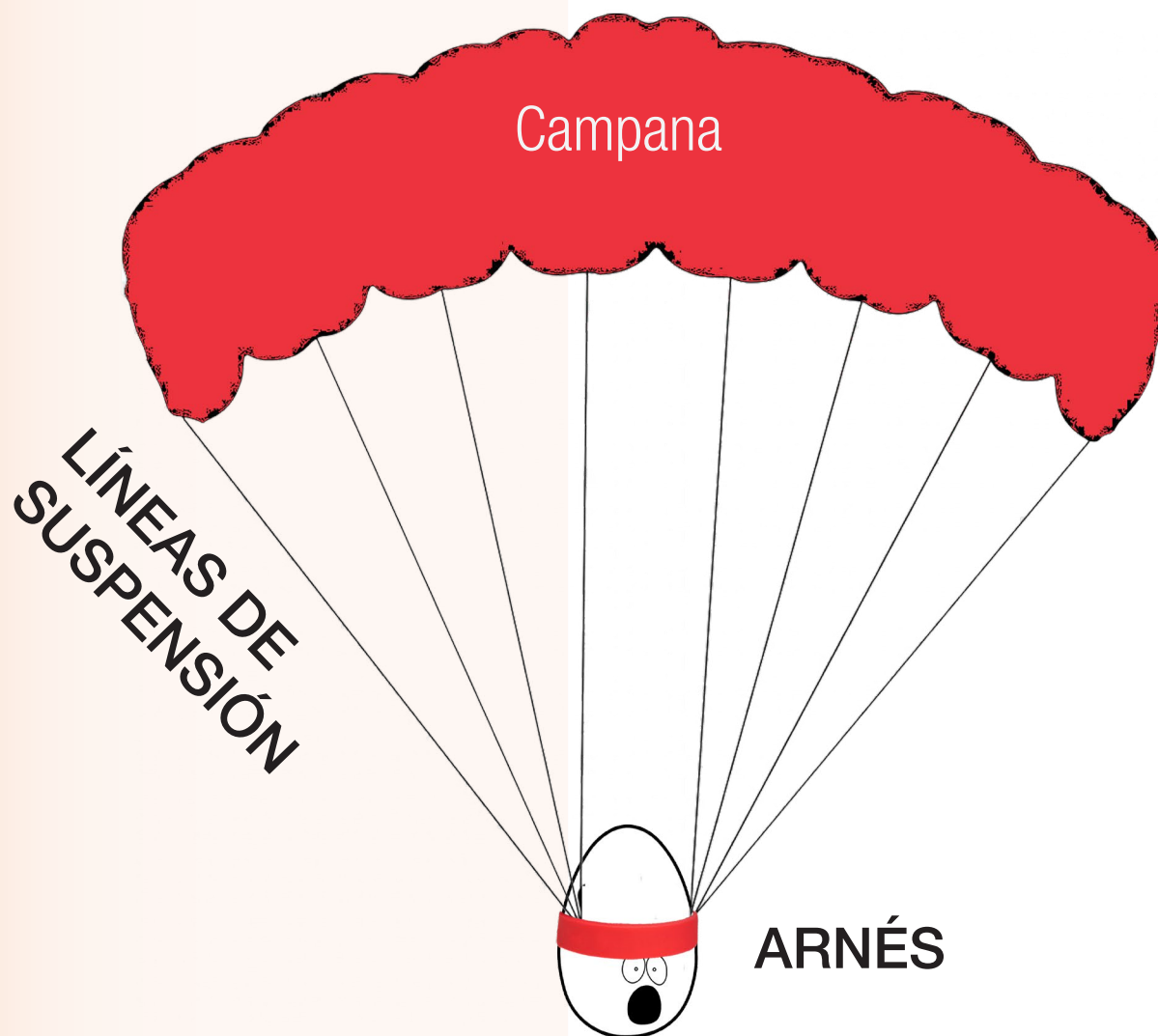
Revisión de diseño: una evaluación independiente de que un concepto es realista y alcanzable con un nivel de riesgo aceptable y cumple todos los requisitos técnicos y programáticos.

Trabajo: un cambio en la energía potencial cinética o gravitacional debido a una fuerza aplicada sobre una distancia (medida en Newton-metros o Julios).

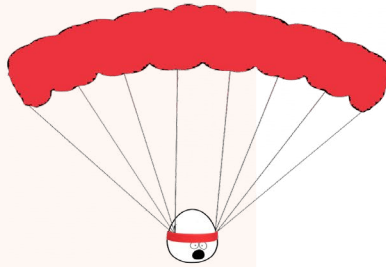
Válvula de vértice o superior: un agujero en la campana que permite la salida del aire turbulento atrapado y puede mejorar la estabilidad del paracaídas

Velocidad terminal: velocidad constante de un objeto cuando cae a través de un fluido que ocurre cuando el arrastre es igual al peso, por lo que no hay fuerza externa neta y la aceleración vertical es cero (medido en metros por segundo).

Partes de un paracaídas



Configuración de la zona de caída



Conceptos STEM:

Los **aspectos** científicos de esta lección se centran en la física de la caída. Los estudiantes usarán la cinemática para hacer una predicción sobre el tiempo que tardaría un huevo en caer libremente y la velocidad esperada cuando llegue al suelo si la aceleración fuera constante. Después de comparar el tiempo de caída esperado con el tiempo de caída actuado, la clase discutirá las fuerzas que actúan durante la caída, incluyendo el peso y el arrastre aerodinámico o resistencia del aire y su relación con la fuerza neta, la aceleración y la velocidad terminal. Los estudiantes también calcularán la energía potencial gravitatoria a la altura a la que se deja caer el huevo para encontrar la energía mecánica inicial del sistema. Por supuesto, el arrastre no es constante y además es una fuerza no conservativa, por lo que la energía mecánica total del sistema no se conserva y la aceleración no es constante durante la caída. Esto significa que la velocidad final del huevo antes del impacto sería menor que el valor previsto. La velocidad final real se podría usar para calcular la energía cinética del huevo antes del aterrizaje, encontrar el trabajo realizado por la fuerza de arrastre sobre el huevo y determinar el cambio de momento o impulso de la fuerza de impacto con el suelo. El objetivo de este desafío es diseñar un paracaídas que maximice la cantidad de energía transferida desde el huevo para ralentizar su descenso y así minimizar la fuerza del impacto durante el aterrizaje. Medir el tiempo de descenso para cada prueba de caída permitirá a los estudiantes comparar iteraciones de diseño sucesivas y determinar cuál de sus diseños ofrece la mejor solución al desafío.

La tecnología es la aplicación del conocimiento científico para resolver un problema práctico. En esta lección, los estudiantes deberán utilizar su comprensión de las fuerzas y el movimiento y, específicamente, del arrastre para diseñar una tecnología de paracaídas que frene con éxito el descenso de un huevo que cae.

A lo largo del desafío, los estudiantes participarán en el **Proceso** de diseño de ingeniería (PDI), un proceso iterativo que implica una serie de pasos que los ingenieros utilizan para guiarse en la resolución de problemas. El PDI incluye la formulación de preguntas, la imaginación de una solución, la planificación del diseño, la creación y prueba de modelos y el uso de la información recopilada para realizar cambios intencionados para mejorar. Para obtener más información sobre el PDI, visite <https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/resources/engineering-in-the-classroom.php>.

Las **matemáticas** son una herramienta esencial para crear modelos, analizar datos y resolver problemas. En esta actividad, los estudiantes aplicarán las matemáticas de varias maneras, incluyendo el uso de la geometría para calcular la superficie de sus diseños de campanas. Usando las proporciones, los equipos crearán dibujos a escala con medidas detalladas para que los demás puedan entender y ser capaces de reproducir sus diseños. La trigonometría también se puede utilizar para medir la altura de caída. Durante las pruebas de caída, las mediciones del tiempo de caída son fundamentales, por lo que los estudiantes pueden utilizar varios temporizadores y promediar los resultados. Dependiendo de las herramientas de recopilación de datos utilizadas (cronómetro, placa de fuerza, análisis de video, acelerómetro, sensor de movimiento) y del nivel de habilidad de los estudiantes, los equipos pueden analizar sus datos utilizando gráficos básicos, ecuaciones algebraicas o incluso cálculo.

Conceptos de física para la caída del paracaídas

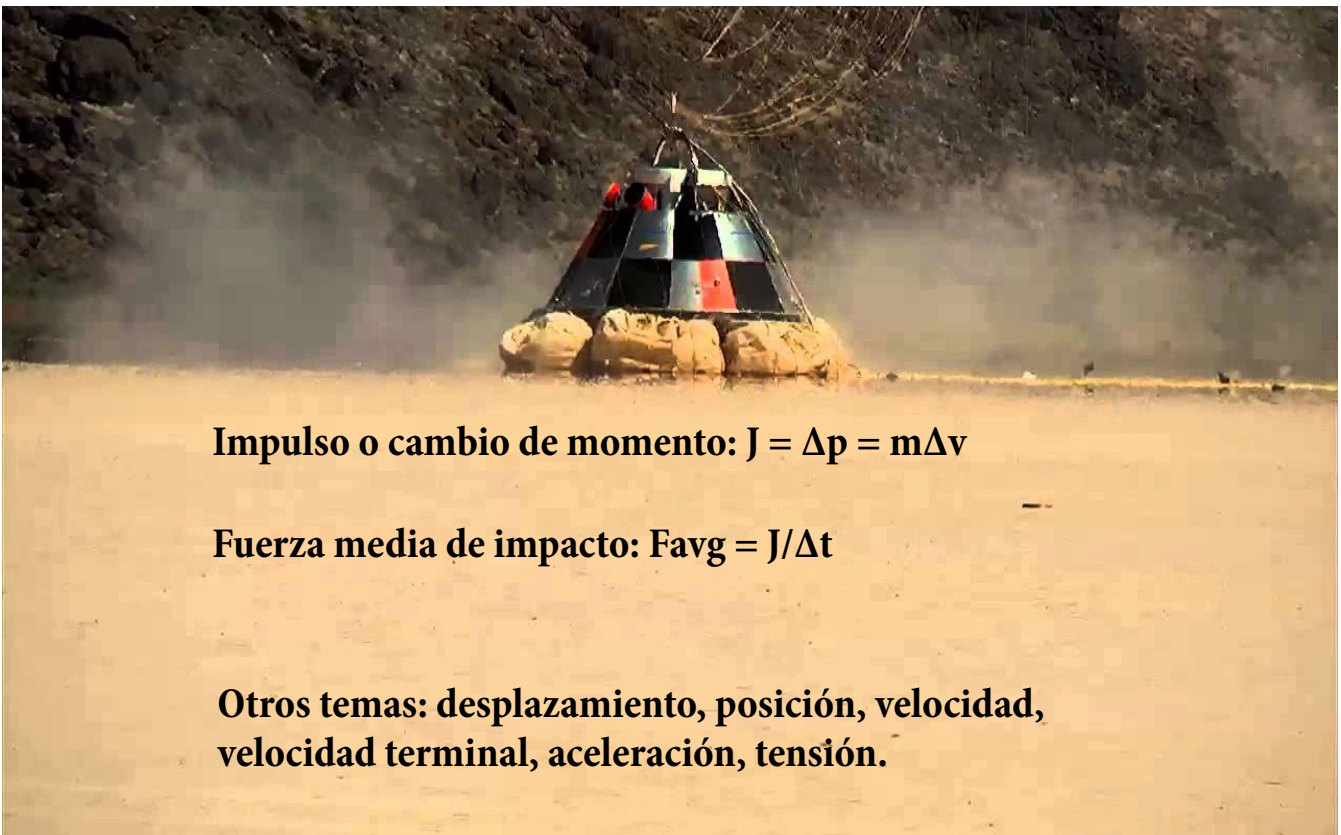
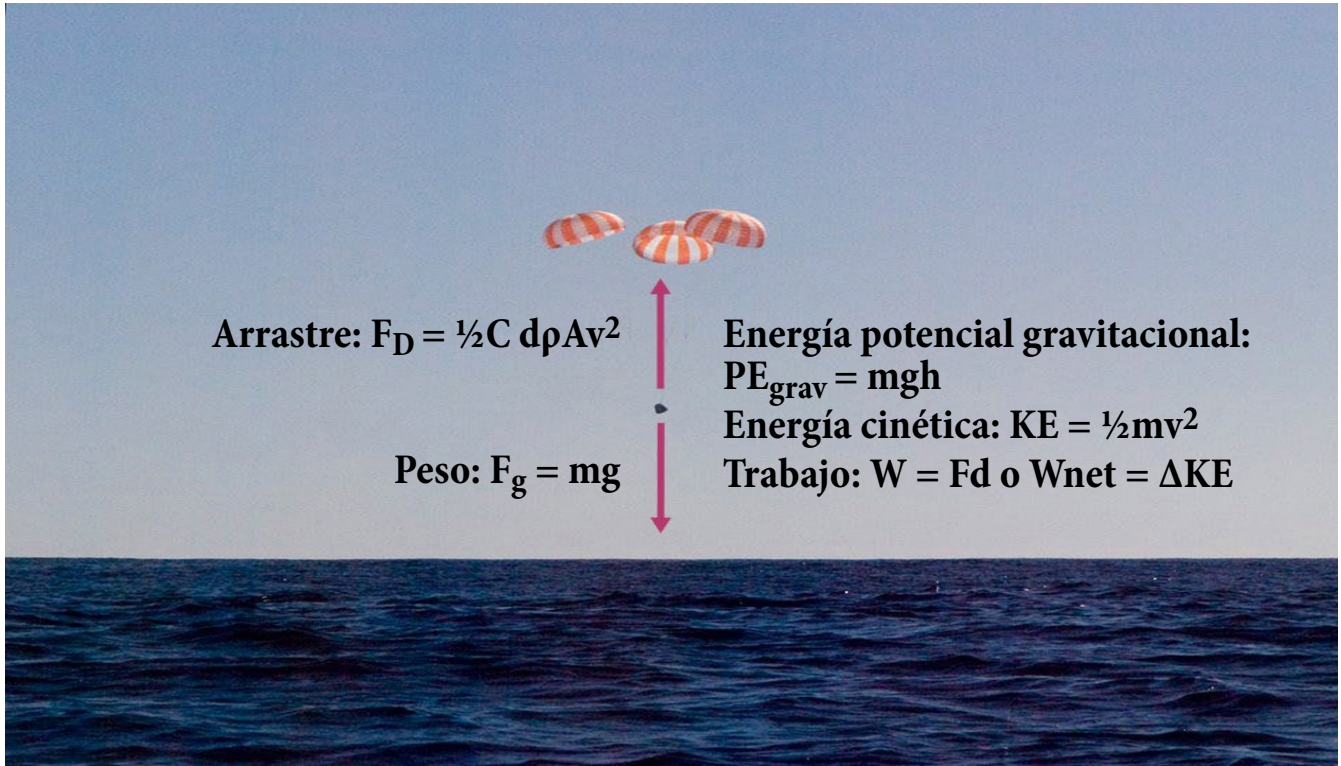


Diagrama de cuerpo libre de la caída del huevo

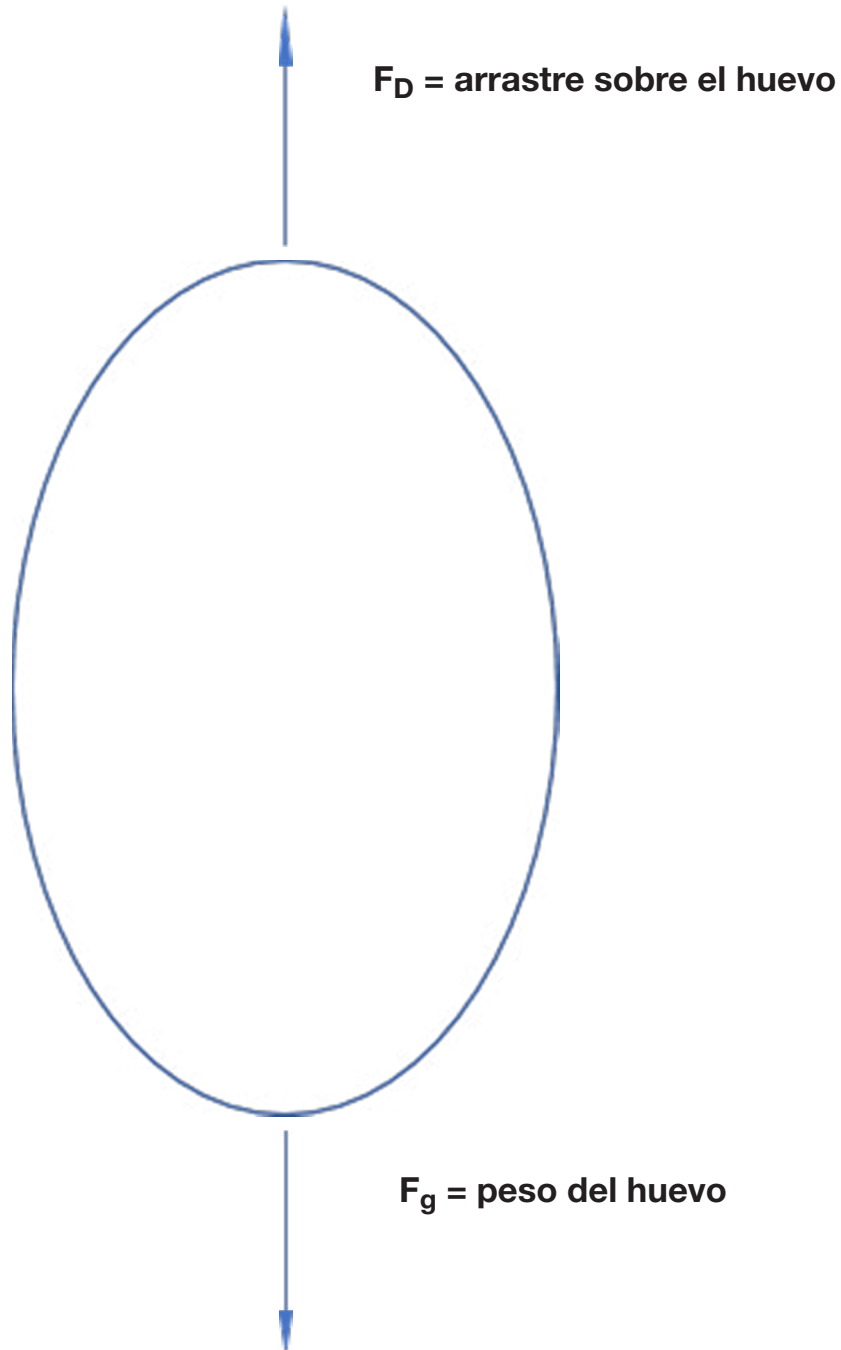
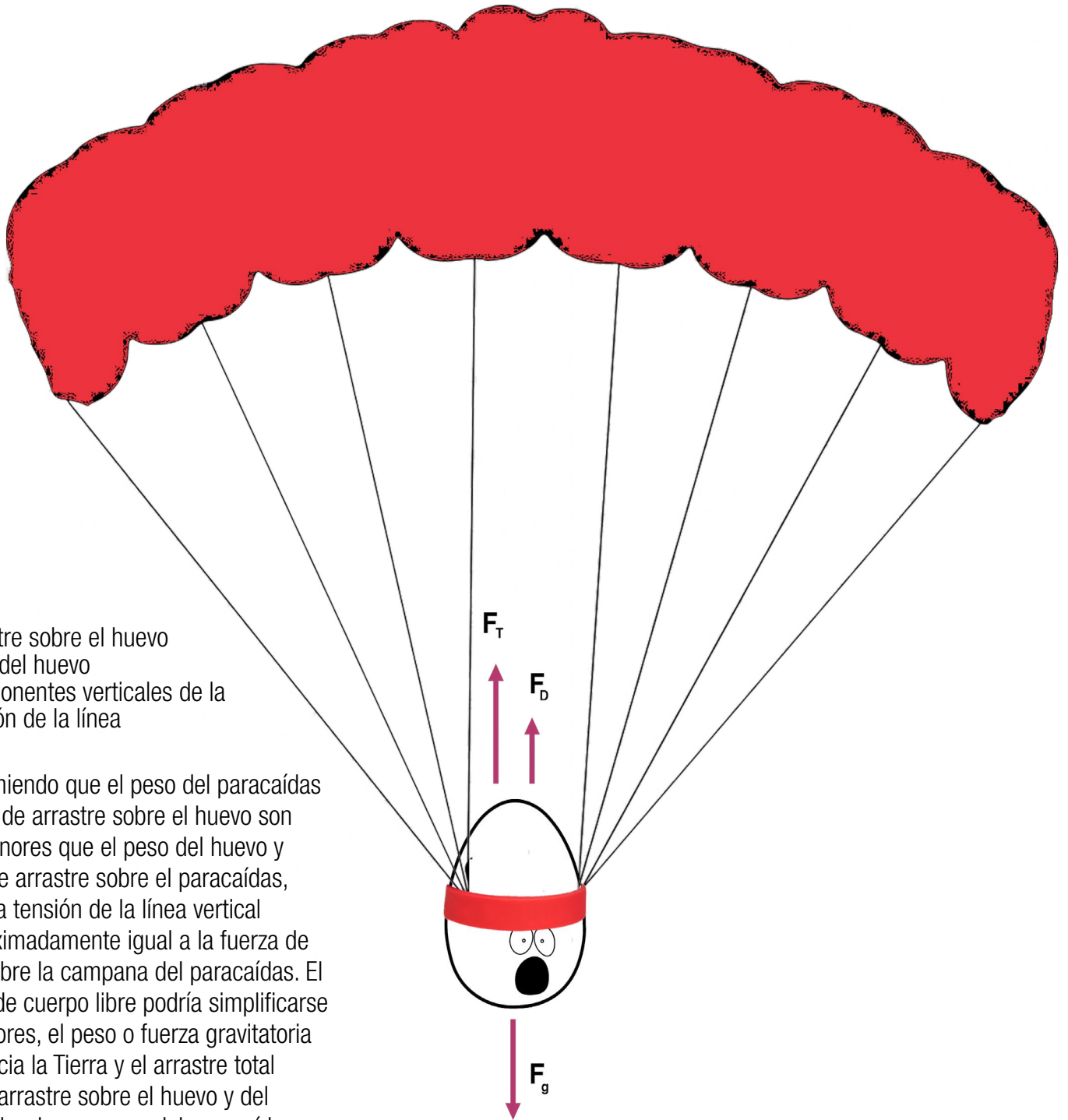


Diagrama de cuerpo libre del huevo en caída de paracaídas

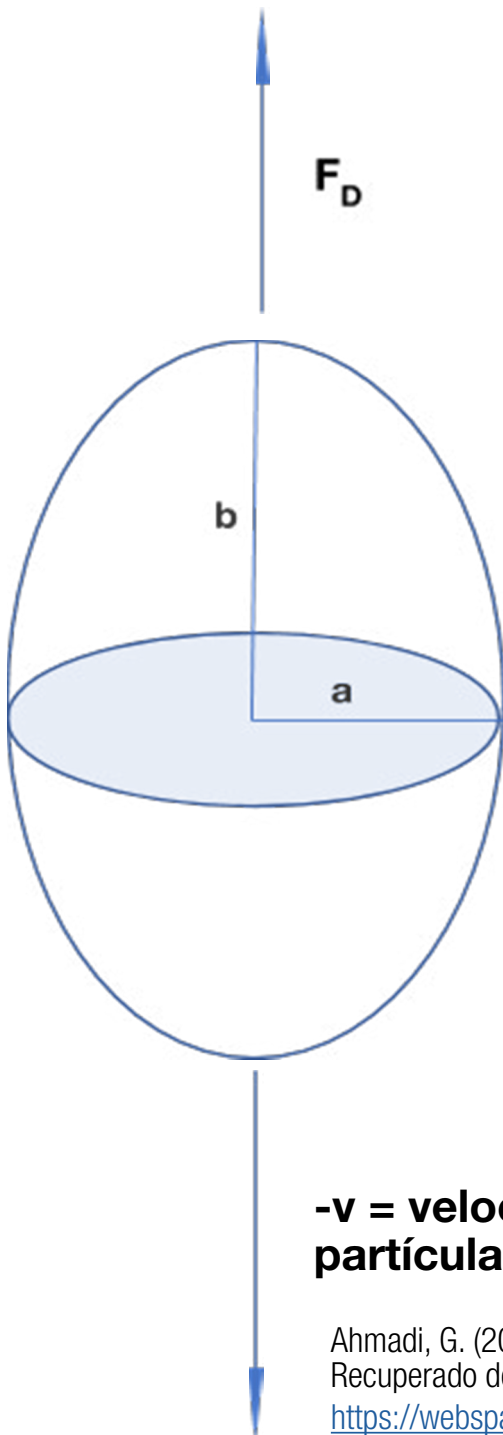


F_D = arrastre sobre el huevo
 F_g = peso del huevo
 F_T = componentes verticales de la tensión de la línea

Nota: Asumiendo que el peso del paracaídas y la fuerza de arrastre sobre el huevo son mucho menores que el peso del huevo y la fuerza de arrastre sobre el paracaídas, entonces la tensión de la línea vertical sería aproximadamente igual a la fuerza de arrastre sobre la campana del paracaídas. El diagrama de cuerpo libre podría simplificarse a dos vectores, el peso o fuerza gravitatoria dirigida hacia la Tierra y el arrastre total (suma del arrastre sobre el huevo y del arrastre sobre la campana del paracaídas, que es aproximadamente igual a la tensión) en la dirección opuesta.

Fuerza de arrastre teórica sobre una partícula con forma de huevo

Para las partículas que son elipsoides de revolución, la fuerza de arrastre viene dada por $F_D = 6\pi \mu v a K'$ donde μ es el coeficiente de viscosidad, v es la velocidad relativa del fluido con respecto a la partícula, a es el semieje ecuatorial del elipsoide, K' es un factor de forma y β es la relación entre el eje mayor b y el eje menor a .



$$K' = \frac{\frac{4}{3}(\beta^2 - 1)}{\frac{(2\beta^2 - 1)}{(\beta^2 - 1)^{1/2}} \ln[\beta + (\beta^2 - 1)^{1/2}] - \beta} \quad \left(\beta = \frac{b}{a}\right)$$

-v = velocidad relativa de la partícula con respecto al fluido.

Ahmadi, G. (2018). Hydrodynamic Forces (Fuerzas hidrodinámicas) [archivo PDF]. Recuperado de

https://webpace.clarkson.edu/projects/crcd/public_html/me537/downloads/1_2Drag.pdf

Artículo de noticias de la NASA: las pruebas de paracaídas acercan a los socios a las pruebas de vuelo con tripulación



A la izquierda, Boeing realizó la primera de una serie de pruebas de fiabilidad de los paracaídas de su sistema de paracaídas de combate Starliner y del paracaídas principal el 22 de febrero de 2018, sobre Yuma Arizona. Autor de la foto: NASA. A la derecha, SpaceX realizó su decimocuarta prueba general de paracaídas en apoyo del desarrollo de Crew Dragon el 04 de marzo de 2018, sobre el desierto de Mojave en el sur de California. La prueba demostró una situación fuera de lo normal, o anormal, desplegando solo uno de los dos paracaídas de caída y tres de los cuatro paracaídas principales. Autor de la foto: SpaceX

Por Marie Lewis

Centro Espacial John F. Kennedy de la NASA

Última actualización: 30 de marzo de 2018

Editor: Linda Herridge

La seguridad de la tripulación es primordial en el regreso de los lanzamientos de vuelos espaciales tripulados desde la Costa Espacial de Florida, y la última ronda de pruebas de paracaídas está proporcionando datos valiosos para ayudar a los socios de la industria Boeing y SpaceX a cumplir los requisitos de certificación de la NASA.

El 04 de marzo, SpaceX realizó su decimocuarta [prueba global de paracaídas](#) en apoyo del desarrollo de Crew Dragon. Este ejercicio fue el primero de varias pruebas de calificación del sistema de paracaídas previstos antes del primer combate tripulado de la nave espacial y dio como resultado el aterrizaje con éxito del sistema de paracaídas de Crew Dragon.

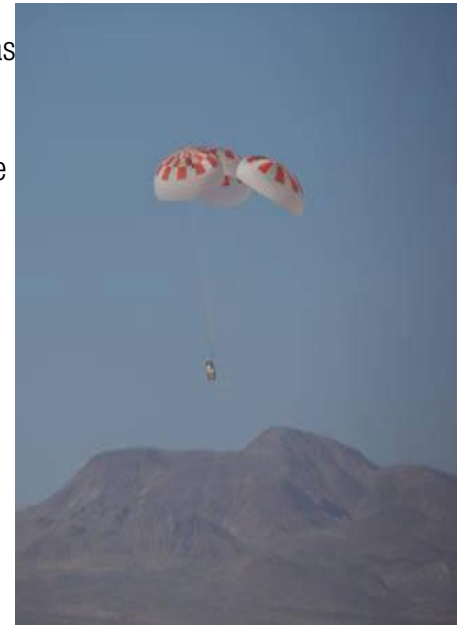
Durante esta prueba, un avión C-130 transportó el vehículo de prueba con paracaídas, diseñado para alcanzar las velocidades máximas que Crew Dragon podría experimentar en el reingreso, sobre el desierto de Mojave, en el sur de California, y dejó caer la nave espacial desde una altura de 25.000 pies. La prueba demostró una situación fuera de lo normal, o anormal, desplegando sólo uno de los dos paracaídas de caída y saltándose intencionadamente una etapa de despliegue en uno de los cuatro paracaídas principales, demostrando un aterrizaje seguro en tal escenario de contingencia.

En febrero, se llevó a cabo la primera de una serie de pruebas de fiabilidad del sistema de paracaídas de combate y del paracaídas principal de Boeing, soltando un vehículo de prueba largo y con forma de dardo desde un avión C-17 sobre Yuma (Arizona). Está previsto realizar pruebas con el módulo de dardos, así como tres pruebas de fiabilidad similares utilizando un simulador de cápsula de alta fidelidad diseñado para simular la forma y la masa exactas de la cápsula del CST-100 Starliner. Estas tres pruebas incluyen un globo gigante lleno de helio que eleva la cápsula sobre el desierto antes de soltarla a altitudes superiores a los 30.000 pies para probar el despliegue del paracaídas y el rendimiento general del sistema.

Tanto en las pruebas de dardos como en las del simulador de cápsula, las naves espaciales de prueba se sueltan a varias altitudes para probar el sistema de paracaídas a diferentes velocidades de despliegue, cargas aerodinámicas y/o exigencias de peso. Los datos recopilados en cada prueba se introducen en modelos informáticos para predecir con mayor precisión el rendimiento del paracaídas y verificar la coherencia de una prueba a otra.

Mark Biesack, ingeniero principal de la NASA en el Centro Espacial Kennedy que supervisa las pruebas de los paracaídas para el Programa de Tripulación Comercial de la agencia, dijo: “Probamos los paracaídas en muchas condiciones diferentes para la entrada nominal, las condiciones de abortar el ascenso, incluyendo un aborto en la plataforma, y para las contingencias, de modo que sabemos que los paracaídas pueden desplegarse con seguridad en la lucha y manejar las cargas”.

SpaceX llevará a cabo su próxima prueba del sistema de paracaídas en las próximas semanas en el desierto de California, utilizando de nuevo un C-130 para dejar caer el vehículo de prueba del paracaídas desde unos 25.000 pies. La prueba será similar a la realizada a principios de este mes, pero con una configuración de despliegue diferente. La prueba omitirá intencionadamente el despliegue de un paracaídas de emergencia y otro principal para demostrar la capacidad de SpaceX de aterrizar con seguridad el vehículo en una situación fuera de lo normal. Las pruebas en curso verifican la seguridad del sistema de paracaídas para nuestros astronautas.



SpaceX realizó su decimocuarta prueba general de paracaídas en apoyo del desarrollo de Crew Dragon el 04 de marzo de 2018, sobre el desierto de Mojave en el sur de California. La prueba demostró una situación fuera de lo normal, o anormal, desplegando sólo uno de los dos paracaídas de caída y saltándose intencionadamente una etapa de despliegue en uno de los cuatro paracaídas principales. Autor de la foto: SpaceX

Boeing tiene previsto realizar en mayo la tercera de las cinco pruebas de calificación previstas de su sistema de paracaídas, utilizando el mismo tipo de globo relleno de helio que se utilizará en las pruebas de fiabilidad. Para la prueba de calificación, el globo eleva una versión a tamaño real de la nave espacial Starliner sobre el desierto de Nuevo México antes de soltarla. El globo eleva la nave a más de 1.000 pies por minuto antes de dejarla caer desde una altura de unos 40.000 pies. Se inicia una secuencia coreografiada de despliegue de paracaídas, en la que intervienen tres paracaídas piloto, dos paracaídas de caída y tres paracaídas principales que ralentizan el descenso de la nave y permiten un aterrizaje seguro.



Boeing realizó la primera de una serie de pruebas de fiabilidad de su sistema de paracaídas de combate y principal del CST-100 Starliner el 22 de febrero de 2018, sobre Yuma, Arizona. Autor de la foto: NASA

Está previsto que las pruebas de calificación del sistema de paracaídas de Boeing y SpaceX finalicen en otoño de 2018. Los socios tienen como objetivo el regreso del vuelo espacial tripulado desde la Costa Espacial de Florida este año, y actualmente está previsto que comiencen las pruebas de lucha a finales de este verano.

“Los socios están haciendo grandes progresos en las pruebas de sus respectivos sistemas de paracaídas, y los datos que están recopilando durante cada prueba son fundamentales para demostrar que sus sistemas funcionan tal y como están diseñados”, afirmó Kathy Lueders, directora del Programa de tripulación comercial en el Centro Espacial Kennedy. “La NASA se enorgullece de su compromiso de llevar con seguridad a los miembros de nuestra tripulación a la Estación Espacial Internacional y regresarlos a casa sanos y salvos”.

El programa Orion de la NASA, que está a punto de finalizar sus [pruebas de paracaídas](#) para calificar la nave espacial de clase de exploración para las misiones con tripulación, ha proporcionado a los

socios del [programa de tripulación comercial](#) datos y conocimientos de sus pruebas. La NASA ha madurado el modelado por computadora del funcionamiento del sistema en varios escenarios y ha ayudado a las empresas asociadas a comprender ciertos elementos de los sistemas de paracaídas, como las costuras y las juntas, por ejemplo. En algunos casos, el trabajo de la NASA ha proporcionado suficiente información para que los socios reduzcan la necesidad de realizar algunas pruebas de desarrollo de paracaídas. El objetivo del Programa de tripulación comercial es el transporte seguro, confiable y rentable hacia y desde la estación espacial de Estados Unidos mediante un enfoque público-privado.



Pruebas de caída de paracaídas de la tripulación comercial



Testing of the
Boeing CST-100
Starliner parachute
system

[Prueba de caída del paracaídas del Boeing CST-100 Starliner \(1:51\)](#)

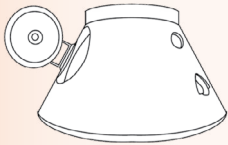


[Prueba de caída en paracaídas de SpaceX Dragon2 \(1:00\)](#)

Actividades de extensión y recursos adicionales

Actividades de extensión:

- Experimente con otros aspectos del diseño del paracaídas, como el efecto de las válvulas de vértice o de la parte superior o el número, la longitud y la disposición de las líneas de suspensión.
- Agregue restricciones o incentivos para un paracaídas con menos masa o un diseño que sea más rentable (como el costo de los suministros, el tiempo, la mano de obra, etc.)
- Experimente con varios paracaídas en lugar de uno. Boeing utiliza 3 paracaídas principales y SpaceX utiliza 4 paracaídas principales.
- Experimente con diferentes materiales de paracaídas.
- Instale una piscina para niños en la zona de caída para experimentar con un aterrizaje en el agua.
 - Diseñe y construya una cápsula de tripulación para albergar a varios Eggstronauts y diseñe un paracaídas para aterrizar con seguridad.
 - Agregue elementos a la cápsula de la tripulación para ayudar a suavizar el impacto del aterrizaje, como bolsas de aire, patas de aterrizaje, resortes, etc.
 - Diseñe y construya un sistema de aborto de lanzamiento que propulse con seguridad al Eggstronaut o a la cápsula fuera de la plataforma de lanzamiento y aterrice suavemente con un paracaídas.



Recursos adicionales:

Programa de tripulación comercial STEM de próxima generación de la NASA

- www.nasa.gov/stem/ccp

Sitio web del programa de tripulación comercial de la NASA

- <https://www.nasa.gov/exploration/commercial/crew/index.html>

Sitios web de socios comerciales de tripulación

- <http://www.boeing.com/space/starliner/>
- <https://www.spacex.com/crew-dragon>

Herramienta de análisis y modelado de video Tracker

- <https://physlets.org/tracker/>

Simulador interactivo de caída de huevo

- <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Momentum-and-Collisions/Egg-Drop>

Simulador interactivo de paracaidismo

- <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Newtons-Laws/Skydiving/Skydiving-Interactive>

Simulador interactivo de caída al vacío y con resistencia al aire

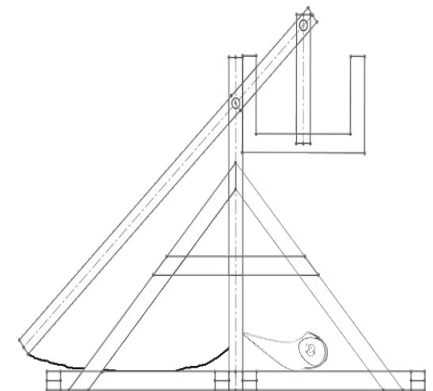
- <https://www.compadre.org/precollege/items/detail.cfm?ID=10002>

Proceso de diseño de ingeniería

- <https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/resources/engineering-in-the-classroom.php>

Manual de ingeniería de sistemas de la NASA

- https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf



Los sitios web pueden proporcionar a los profesores y a los estudiantes información de referencia y complementos. La inclusión de un recurso no constituye una aprobación, expresa o implícita, por parte de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio.