

# Sistemas de aeronaves no tripuladas

## Guía del educador

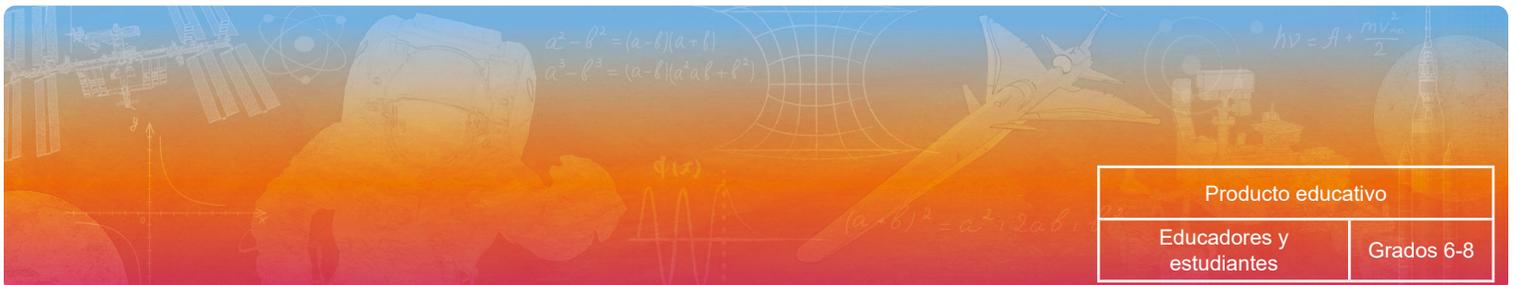


CIENCIAS FÍSICAS, INGENIERÍA Y  
PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

## STEM de próxima generación: Aeronaut-X

Para obtener más información sobre STEM de próxima generación, visite

<https://www.nasa.gov/stem/nextgenstem/aeronaut-x>



Producto educativo

Educadores y  
estudiantes

Grados 6-8



# Contenido

<b>Prefacio</b> .....	<b>1</b>
<b>Estándares de educación STEM</b> .....	<b>1</b>
<b>Proceso de diseño de ingeniería</b> .....	<b>2</b>
<b>Proceso de investigación científica</b> .....	<b>2</b>
<b>Marco de aprendizaje basado en problemas</b> .....	<b>3</b>
<b>Trabajo en equipo</b> .....	<b>4</b>
<b>Conexión curricular</b> .....	<b>5</b>
Ojos de águila en cielos traicioneros.....	5
Volar por la vía rápida con el software de tráfico aéreo .....	5
<b>Introducción y antecedentes</b> .....	<b>6</b>
Descripción general.....	6
Propulsión eléctrica .....	6
Movilidad aérea avanzada (AAM) .....	7
¿Cómo vuelan las aeronaves?.....	7
<b>Actividad uno: Desafío de diseño de hélices</b> .....	<b>10</b>
Notas del educador .....	10
Folleto para el estudiante .....	15
<b>Actividad dos: impulsar la carga útil con propulsión eléctrica</b> .....	<b>18</b>
Notas del educador .....	18
Folleto para el estudiante .....	24
<b>Actividad tres: Navega tu Zona</b> .....	<b>27</b>
Notas del educador .....	27
Folleto para el estudiante .....	31
<b>Actividad cuatro: 3, 2, 1... ¡Almuerzo!</b> .....	<b>33</b>
Notas del educador .....	33
Folleto para el estudiante .....	38
<b>Anexo A—Rúbricas</b> .....	<b>59</b>
A.1 Proceso de diseño de ingeniería (EDP) .....	59
A.2 Proceso de investigación científica (SRP) .....	60
A.3 Rúbrica para el aprendizaje basado en problemas (PBL).....	61
<b>Anexo B—Glosario de términos clave</b> .....	<b>63</b>
<b>Anexo C—Instrucciones del coche de hélice</b> .....	<b>65</b>
C.1 Instrucciones generales y lista de materiales.....	65
C.2 Instrucciones del coche de hélice con motor eléctrico .....	66
C.3 Instrucciones del coche de hélice impulsado por banda elástica .....	71
C.4 Plantilla de hélice básica .....	77
C.5 Instrucciones de la plantilla de hélice básica para la actividad dos: Impulsar la carga útil con propulsión eléctrica .....	78



## Prefacio

*Aeronaut-X*: La Oficina de Compromiso STEM de la NASA publicó el Sistema de aeronaves no tripuladas como parte de una serie de guías educativas para ayudar a los estudiantes de secundaria a alcanzar su potencial para unirse a la fuerza laboral STEM de próxima generación. Las actividades se pueden utilizar tanto en entornos de educación formal como informal, así como por familias para uso individual. Cada actividad está alineada con los estándares nacionales de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), y los mensajes de la NASA están actualizados a junio de 2021.

## Estándares de educación STEM

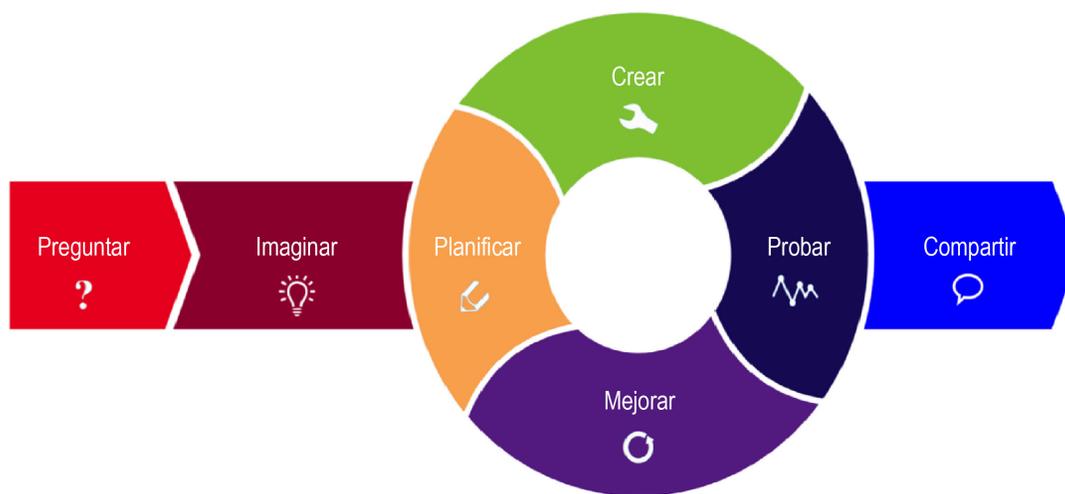
La matriz de disciplinas STEM que se muestra a continuación alinea cada actividad de este módulo con los estándares para enseñar STEM de acuerdo con cuatro áreas de enfoque principales dentro de cada disciplina. Las cuatro áreas de enfoque para ciencias se adaptaron de las ideas básicas disciplinarias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

Actividad	Disciplinas STEM															
	Ciencias				Tecnología				Ingeniería				Matemáticas			
	NGSS Disciplinario Ideas básicas				Estándares ISTE para estudiantes				NSTA y NGSS Prácticas				Estándares de contenido por dominio de los CCSS			
	Ciencias físicas	Ciencias de la vida	Ciencias de la Tierra y el Espacio	Ingeniería, Tecnología y Aplicación de las Ciencias	Constructor de conocimiento	Diseñador de innovación	Pensador computacional	Colaborador mundial	Hacer preguntas y definir problemas	Desarrollar y usar modelos	Planificar y llevar a cabo investigaciones	Explicaciones de construcción y soluciones de diseño	Proporciones y relaciones proporcionales	El sistema numérico	Estadística y probabilidad	Geometría
Desafío de diseño de hélices	✓			✓		✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Impulsar la carga útil con propulsión eléctrica	✓			✓	✓		✓		✓	✓	✓			✓	✓	
Navega tu Zona				✓	✓	✓	✓	✓			✓					
3, 2, 1... ¡Almuerzo!													✓	✓		✓

# Proceso de diseño de ingeniería

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

1. **Preguntar:** identificar el problema, los requisitos que se deben cumplir y las restricciones que se deben considerar.
2. **Imaginar:** hacer una lluvia de ideas sobre soluciones e investigar lo que otros han hecho en el pasado.
3. **Planificar:** seleccionar y dibujar un diseño.
4. **Crear:** construir un modelo o un prototipo.
5. **Probar:** evaluar soluciones probando y recopilando datos.
6. **Mejorar:** Perfeccionar el diseño.
7. **Compartir:** comunicar y analizar el proceso y las soluciones en grupo.

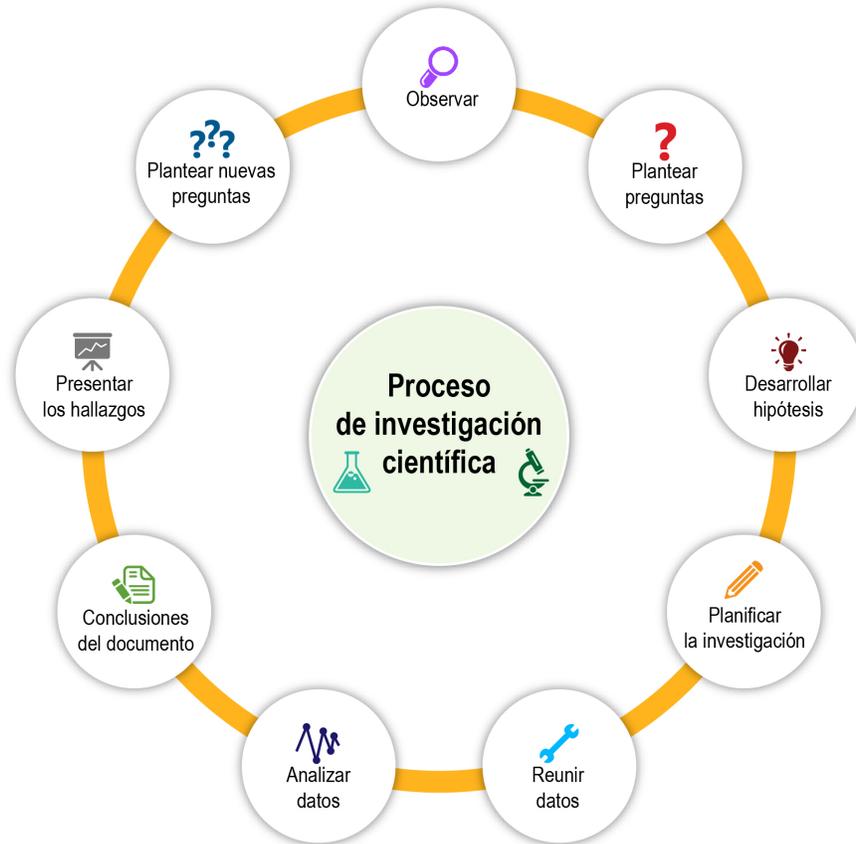


# Proceso de investigación científica

El proceso de investigación científica (SRP, por sus siglas en inglés) es una forma de representar el tipo de cosas que los científicos hacen todos los días, sin importar si son químicos, astrónomos o físicos. Los nueve pasos del proceso se describen a continuación. Los estudiantes pueden repetir estos pasos tantas veces como sea necesario, dependiendo del tiempo disponible para la actividad.

1. **Observar:** comience la investigación científica usando los cinco sentidos para hacer observaciones e identificar un problema que deba resolverse o un fenómeno que deba entenderse.
2. **Plantear preguntas:** con base en las observaciones, haga una lluvia de ideas sobre posibles preguntas que sean interesantes y puedan responderse en el tiempo disponible para el módulo.
3. **Desarrollar hipótesis:** sugiera una respuesta a las preguntas elegidas basada en lo que ya se sabe. Una hipótesis útil es una declaración comprobable y medible.
4. **Planificar la investigación:** describa cómo se recopilarán los datos (dónde, cuándo y cómo) para garantizar que los datos recopilados respondan a la pregunta y prueben la hipótesis. Los datos útiles también deben ser precisos (repetibles), por lo que las mediciones deben realizarse de la misma manera cada vez.
5. **Reunir datos:** tome las mediciones de los datos siguiendo el plan de investigación.
6. **Analizar datos:** construya gráficos o tablas para ayudar a buscar patrones y tendencias en los datos. El análisis de datos a menudo implica comparar datos de diferentes momentos y lugares y buscar patrones y diferentes tipos de variaciones.
7. **Conclusiones del documento:** revise cuidadosamente lo que se realizó durante la investigación. Concéntrese en cualquier tendencia que se haya notado cuando se analizaron los datos. Mire los gráficos que se hicieron. Con base en los datos recopilados, haga una declaración sobre lo que se aprendió de la recopilación de datos. ¿Se confirmó la hipótesis? Explique por qué o por qué no.

8. **Presentar los hallazgos:** comparta los resultados de la investigación con sus pares y la comunidad. Este es un paso muy importante para los científicos. Esto puede tomar muchas formas, como una feria de ciencias o una presentación de carteles.
9. **Plantear nuevas preguntas:** piense y anote otras preguntas que hayan surgido de esta investigación y cómo responderlas. Es raro que una pregunta científica se responda con un solo experimento o investigación.



## Marco de aprendizaje basado en problemas

En el proceso de aprendizaje basado en problemas, las funciones y las responsabilidades de los educadores y los alumnos son diferentes que en un aula tradicional. El educador actúa como facilitador proporcionando a los estudiantes problemas para trabajar, ayudándolos a identificar y acceder a los materiales o equipos para resolver los problemas, brindando la retroalimentación y el apoyo necesarios, y evaluando la participación de los estudiantes. Obtenga más información sobre el proceso de aprendizaje basado en problemas en <https://www.cal.org/adultesl/pdfs/problem-based-learning-and-adult-english-language-learners.pdf>.

1. **Identificar el problema:** identifique el problema, presente vocabulario nuevo y analice experiencias previas con el problema.
2. **Explorar los conocimientos y las incógnitas:** utilice los recursos para explorar los conocimientos y las incógnitas.
3. **Generar posibles soluciones:** haga una lluvia de ideas sobre posibles soluciones basadas en los recursos y la experiencia previa con el problema.
4. **Considerar las consecuencias:** examine los pros y los contras de cada solución para determinar una solución viable.
5. **Presentar los hallazgos:** comunice y analice el proceso y las soluciones en equipo.



### Trabajo en equipo

Las actividades de los estudiantes se pueden realizar en equipo o individualmente, según el tiempo y las preferencias. Las estrategias de agrupación durante los desafíos de diseño pueden utilizarse para dividir eficazmente las tareas de los estudiantes, ayudar a promover la participación de los estudiantes y apelar a una variedad de estilos de aprendizaje y puntos fuertes de los estudiantes.

Es importante que todos en el equipo puedan participar y contribuir a lo largo de estas actividades. ¡Todo el mundo es científico e ingeniero! Si un estudiante hace todo el edificio, los otros estudiantes pueden aburrirse mucho durante el proceso de construcción. Si un estudiante es el líder, es posible que otros estudiantes no tengan la oportunidad de compartir sus ideas.

**Consejo:** crear etiquetas con los nombres de las funciones del equipo para cada miembro del equipo. Esta estrategia no solo ayuda a los estudiantes a identificar visualmente las funciones de los compañeros, sino que también les ayuda a sentirse responsables individualmente del éxito del equipo.

Aquí hay algunas funciones posibles que los estudiantes pueden tomar:

Función del estudiante	Descripción
Comunicaciones y divulgación	Toma notas de todas las decisiones y las acciones del equipo para su uso en una presentación final. Si hay una cámara disponible, toma videos o fotos a lo largo de la investigación o el desafío para usar en una presentación final.
Logística	Se asegura de que el equipo tenga todos los recursos que necesita, que los recursos se distribuyan de manera justa y que el equipo sepa cuándo se están agotando los recursos.
Garantía de la misión	Se asegura de que el equipo esté siguiendo el plan. Realiza un seguimiento del tiempo y se asegura de que todos tengan la oportunidad de que se escuche su voz.
Seguridad	Se asegura de que todos los miembros del equipo usen sus gafas de seguridad y sigan los protocolos de seguridad.

## Conexión curricular

Los viajes de la NASA han impulsado los avances tecnológicos, impulsado las fronteras de la investigación científica y ampliado nuestra comprensión del universo. Estos logros, y los que están por venir, comparten una génesis común: la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, o STEM.

Esta guía educativa abordará las cuatro disciplinas de STEM.

**Ciencias:** La actividad científica “Impulsar la carga útil con propulsión eléctrica” (actividad dos) ofrece a los estudiantes la oportunidad de descubrir la segunda ley del movimiento de Newton y aprender la relación entre fuerza y masa.

**Tecnología:** “Navega tu Zona” (actividad tres) ofrece a los estudiantes la oportunidad de practicar la codificación. En esta lección introductoria, los alumnos maniobran un robot esférico programable (por ejemplo, la bola robótica Sphero® (Sphero, Inc.)), que simula un vehículo aéreo no tripulado (UAV, por sus siglas en inglés) que vuela a través o alrededor de obstáculos para llevar suministros a zonas a las que solo pueden llegar los vehículos no tripulados.

**Ingeniería:** Durante el “Desafío de diseño de hélices” (actividad uno), los estudiantes estarán totalmente comprometidos mientras crean y prueban sus diseños individuales y únicos en sus coches de hélice contruidos a mano.

**Matemáticas:** “3, 2, 1... ¡Almuerzo!” (Actividad cuatro) combinará gráficos, resolución de problemas, creatividad y habilidades matemáticas en un juego cautivador que los estudiantes seguramente disfrutarán.

## Ojos de águila en cielos traicioneros

La recopilación de datos sobre tornados y erupciones volcánicas no es una tarea sencilla. Un dron equipado con los sensores pertinentes puede reducir drásticamente los riesgos para los investigadores. Además, cuesta menos que alquilar un helicóptero o un avión y es más ecológico que un avión grande. Pero un vehículo debe ser robusto para funcionar eficazmente en condiciones tan extremas. Black Swift Technologies ha colaborado con la NASA en la construcción de la aeronave de ala fija S-2, un UAV pilotado por control remoto capaz de volar a temperaturas, altitudes y vientos extremos. <https://spinoff.nasa.gov/eagle-eyes-in-treacherous-skies>



Volcán arrojando una nube de ceniza. (NASA)

## Volar por la vía rápida con el software de tráfico aéreo

Piense en el espacio aéreo nacional como un complejo sistema de carreteras, pero con aviones. Todos se mueven a diferentes velocidades y convergen en relativamente pocos aeropuertos, con la intención de llegar a salvo y a tiempo. Al igual que la patrulla de carreteras, la Administración Federal de Aviación (FAA, por sus siglas en inglés) supervisa las concurridas vías aéreas. Pero, a diferencia de un coche patrulla con una rueda pinchada, los sistemas utilizados para gestionar todo ese tráfico aéreo no pueden dejar de funcionar para ser reparados o actualizados. La NASA lleva 30 años investigando, desarrollando y evaluando herramientas informáticas para la toma de decisiones en la gestión del tráfico aéreo de la FAA. Uno de los resultados recientes de ese trabajo es un sistema de software denominado Demostración de Tecnología del Espacio Aéreo 2 (ATD-2). Este software integra las llegadas, las salidas y la gestión del tráfico de superficie, utilizando los datos de los vuelos para ayudar a los gestores del tráfico aéreo a mejorar la eficacia y la previsibilidad de estas operaciones. <https://spinoff.nasa.gov/page/flying-in-the-fast-lane-with-air-tr>



Los pilotos dependen de los controladores de tráfico aéreo, del control en tierra y de otros profesionales de la gestión del tráfico aéreo para obtener datos de vuelo actualizados. (NASA)

# Introducción y antecedentes

## Descripción general

Debido a cuestiones como las limitaciones de peso o las condiciones peligrosas, no siempre es seguro o práctico que haya personas a bordo de todo lo que hay en el cielo. Durante más de 40 años, la NASA ha ampliado su capacidad de investigación incorporando tecnología que puede volar sin tripulación a bordo. Aunque el término “dron” se utiliza comúnmente para describir estos dispositivos, el término técnico para la aeronave es “vehículo aéreo no tripulado” (UAV). Los UAV de la flota de la NASA van desde aeronaves minúsculas a otras del tamaño de las típicas aeronaves pilotadas, e incluyen tanto vehículos autónomos como pilotados a distancia. Estos vehículos pueden depender de la energía solar o de las baterías para alimentar sus motores eléctricos.

El UAV es solo una pieza de un sistema de aeronaves no tripuladas (UAS, por sus siglas en inglés) mucho más grande. Un sistema se compone de muchas cosas que funcionan juntas. Por ejemplo, el sistema de transporte por carretera no solo está formado por las autopistas, sino que también incluye los numerosos tipos de vehículos y los usuarios que comparten las vías. Asimismo, los UAS incluyen todo lo que hace posible volar con seguridad los UAV: los propios UAV, el software que permite a los UAV navegar y evitar colisiones, el equipo utilizado para rastrear los UAV (como radar, cámaras o sistema de posicionamiento global), el equipo utilizado para comunicarse con los UAV (como torres de radio) y las personas que controlan todo lo anterior.

Un ejemplo de las innovaciones de la NASA en este campo es el proyecto de Integración del UAS en el Sistema Nacional del Espacio Aéreo (UAS-NAS). Hasta el UAS-NAS, se había investigado poco para encontrar formas de reducir las barreras técnicas que impedían a los UAV volar con seguridad por el mismo espacio aéreo que las aeronaves comerciales más tradicionales. El proyecto UAS-NAS, que concluyó en 2020, trabajó para asegurarse de que el UAV que entregaba un paquete en una casa no interfiriera con el helicóptero que llevaba pacientes al hospital local. La tecnología y los procedimientos desarrollados durante este programa de casi una década de duración están ayudando ahora a la Administración Federal de Aviación (FAA) a desarrollar las normas de certificación de las aeronaves no tripuladas para ayudar a garantizar que puedan coexistir de forma segura con el resto del tráfico aéreo.

La NASA también está liderando a la nación en la apertura de una nueva era de transporte aéreo llamada movilidad aérea avanzada, o AAM (por sus siglas en inglés). En la NASA y en la comunidad aeronáutica se está preparando un nuevo futuro para el transporte rural y urbano: un futuro en el que los viajeros tomarán el aire y las mercancías se entregarán con drones. Los investigadores ya han estudiado, diseñado y probado herramientas y tecnologías que podrían utilizarse para gestionar el espacio aéreo de los drones que vuelan a baja altura e incluso en paisajes urbanos complejos.

## Propulsión eléctrica

Imagine una aeronave alimentada por baterías que tenga 10 motores y pueda despegar verticalmente como un helicóptero y volar eficazmente como un avión. Este concepto está siendo probado por investigadores de la NASA. El demostrador de vuelo Greased Lightning (GL)-10 está propulsado eléctricamente, tiene capacidad de despegue vertical y funciona de forma autónoma. Un demostrador de vuelo es un vehículo diseñado y construido para probar un concepto de vuelo que puede ser utilizado por futuros vehículos. El plan inicial era desarrollar una aeronave de 6 metros de envergadura (20 pies) propulsado por motores híbridos diésel/eléctricos, pero el equipo empezó con versiones más pequeñas para las pruebas, construidas mediante prototipos rápidos. Los investigadores han construido más de 12 prototipos, y cada uno de ellos ha contribuido a responder a cuestiones técnicas específicas manteniendo los costos bajos. El GL-10 ha impulsado

modelos conceptuales que podrían revolucionar la industria de la aviación, creando un modo de transporte más limpio y sostenible. El objetivo ha sido crear una aeronave totalmente eléctrica para vuelos de corta distancia. Al igual que los coches eléctricos, estos vuelos cortos en aviones de propulsión eléctrica, a través de cielos abiertos, podrían hacer que el transporte aéreo fuera más rápido que la conducción, sobre todo en zonas urbanas densas o en otras áreas donde el transporte terrestre puede ser difícil. Estas futuras aeronaves también podrían volar en zonas rurales donde no haya carreteras para transportar personas o mercancías.



Los ingenieros David North (en el centro) y Bill Fredricks (a la derecha) llevan el GL-10 a una de sus pruebas de vuelo.

Los UAV que utilizan la propulsión eléctrica tienen muchas ventajas. Una de las principales ventajas es que los motores eléctricos funcionan de forma más silenciosa, por lo que hay menos contaminación acústica. Los motores eléctricos también son muy eficientes a la hora de convertir la energía eléctrica en energía mecánica para el movimiento, lo que significa que consumen menos energía. Uno de los desafíos de la propulsión eléctrica es que las baterías tienen una densidad energética significativamente menor que la de la gasolina. Esto significa que las baterías almacenan menos energía que la gasolina para un peso o volumen equivalente. Incluso con el motor más eficiente, el resultado es un tiempo de vuelo limitado para los aviones eléctricos. Añadir más baterías significaría añadir más peso. Como nos dice la segunda ley de Newton, existe una relación directa entre la fuerza y la masa. Cuanto más masivo es un objeto, más fuerza se necesita para moverlo. Ahora mismo, la solución es limitar la distancia que puede recorrer el UAV hasta que la tecnología de las baterías avance o se descubra otra solución. Algunos ejemplos de posibles soluciones son las baterías alimentadas por energía solar, las baterías autocargables, las baterías más ligeras o una combinación de las tres. La mayor parte de los UAV que en un futuro próximo surcarán los cielos por debajo de los 400 pies de altitud serán impulsados por propulsión eléctrica. Estos UAV se utilizarán como taxis aéreos y vehículos de entrega de paquetes, darán respuesta a emergencias, realizarán misiones de rescate y lanzamientos médicos, realizarán fotografía aérea y mucho más.

## Movilidad aérea avanzada (AAM)

A medida que la tecnología de los UAV se hace más común en las comunidades rurales y urbanas, los investigadores en AAM y los ingenieros de la NASA exploran sistemas para cartografiar y vigilar los cielos. Para el mapeo, es importante disponer de información precisa y actualizada sobre todos los obstáculos (como edificios, árboles y otras aeronaves) en los que podrían volar los UAV. Uno de los objetivos de la AAM es crear una “hoja de ruta” digital tridimensional (3D) del cielo para mejorar el software de navegación y hacer más seguro el vuelo. La NASA también ha desarrollado *Safeguard*, una “red de seguridad” de inteligencia artificial basada en modelos matemáticos y algoritmos. Esta tecnología utiliza una geocerca, que es como una valla invisible para drones, para garantizar que un UAV se mantenga dentro de un perímetro aprobado y evite las “zonas de exclusión aérea” cerca de hospitales, aeropuertos u otro espacio aéreo restringido. Esta nueva tecnología tiene muchos beneficios y desafíos potenciales, y la NASA quiere garantizar que el mercado sea sostenible, seguro y protegido.



Taxi aéreo: Concepto de vehículo eléctrico de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL) de la NASA.

La NASA también ha desarrollado *Safeguard*, una “red de seguridad” de inteligencia artificial basada en modelos matemáticos y algoritmos. Esta tecnología utiliza una geocerca, que es como una valla invisible para drones, para garantizar que un UAV se mantenga dentro de un perímetro aprobado y evite las “zonas de exclusión aérea” cerca de hospitales, aeropuertos u otro espacio aéreo restringido. Esta nueva tecnología tiene muchos beneficios y desafíos potenciales, y la NASA quiere garantizar que el mercado sea sostenible, seguro y protegido.

## ¿Cómo vuelan las aeronaves?

Existen cuatro fuerzas principales que determinan si una aeronave vuela y cómo lo hace: la sustentación, el peso, el empuje y la resistencia. Una fuerza puede considerarse como un empuje o un tirón invisible en una dirección determinada. Cada fuerza se produce simultáneamente y afecta al rendimiento de la aeronave.

- La **sustentación** es una fuerza que permite a una aeronave ascender o mantenerse en el aire en lugar de caer al suelo.
- El **peso** es la medida de la fuerza de gravedad sobre la aeronave.
- El **empuje** es una fuerza que hace avanzar la aeronave por el aire.
- El **arrastre** es una fuerza que se opone al empuje. Es un tipo de fricción y hace que los objetos sean más difíciles de mover por el aire.



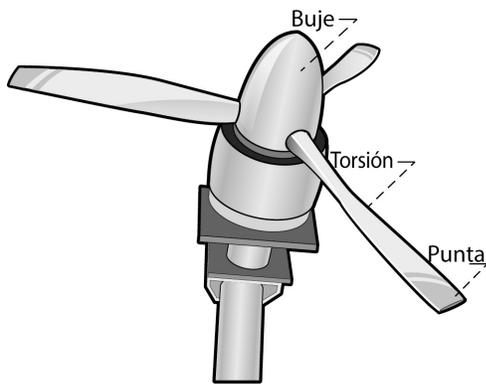
Las cuatro fuerzas en vuelo que permiten que una aeronave vuele.

## Fundamentos de las hélices

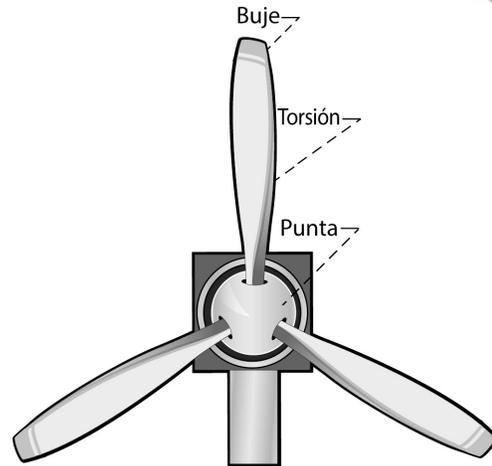
El empuje es generado por la propulsión de la aeronave. Los diferentes sistemas de propulsión desarrollan el empuje de diferentes maneras, pero todo el empuje se genera mediante alguna aplicación de la tercera ley del movimiento de Newton. La tercera ley del movimiento de Newton establece que para cada acción hay una reacción igual y opuesta. Los UAV suelen obtener su empuje y

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

elevación de las hélices, aunque otros factores, como la forma de las aspas, también pueden influir. Por ejemplo, cuando las hélices de un cuadricóptero giran, empujan el aire hacia abajo. En el contexto de la tercera ley de Newton, esto representa la acción; la reacción igual y opuesta es la fuerza de sustentación que empuja el cuadricóptero hacia arriba. En este ejemplo concreto, cada una de las cuatro hélices creará algo de sustentación, y la sustentación total del cuadricóptero será la suma de la sustentación de las cuatro hélices. Cuando la fuerza total de la elevación de las cuatro hélices supera el peso del cuadricóptero, este se eleva en el aire. La cantidad de sustentación que genera cada hélice se basa en una serie de factores.



Las partes de una hélice (buje, torsión y punta) vistas desde abajo.



Las partes de una hélice (buje, torsión y punta), vistas desde el frente.

Cada hélice consta de dos o más aspas repartidas uniformemente alrededor de un cubo. Las hélices mostradas arriba tienen tres aspas. El número total de aspas, así como la longitud, la forma y la torsión de cada pala, son factores que influyen en la cantidad de fuerza que puede generar una hélice. La posición de la hélice determina si esa fuerza es una elevación vertical, un empuje horizontal o una combinación de ambos.



En algunas aeronaves, las aspas de la hélice pueden proporcionar tanto sustentación como empuje hacia delante. Las aspas de la hélice giran en paralelo al suelo para proporcionar sustentación para el despegue, pero las hélices pueden pivotar 90° para que las aspas giren perpendicularmente al suelo para proporcionar empuje hacia delante.

### Número de aspas

Las hélices suelen tener de dos a seis aspas. El número de aspas de una hélice es un compromiso que hace el diseñador entre la potencia (más aspas) y la eficiencia (menos aspas). En otras palabras, una hélice con dos aspas consumirá menos energía que una hélice con seis palas, pero no producirá tanto empuje a la misma velocidad.

### Longitud del aspa

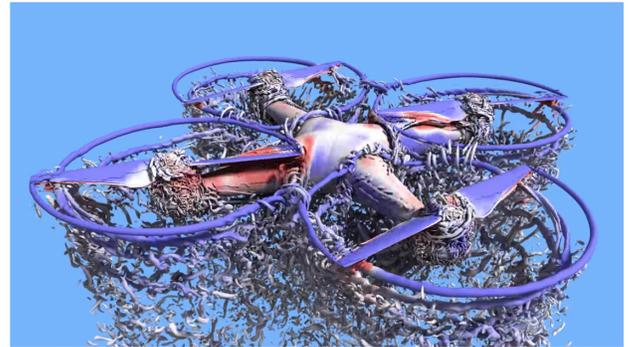
La longitud de un aspa se mide desde el buje hasta la punta. La longitud de un aspa es esencialmente el radio del círculo imaginario formado por la hélice que gira; por lo tanto, el tamaño total de la hélice (el diámetro de ese círculo imaginario) es el doble de la longitud del aspa. Las aspas más largas (y, en consecuencia, las hélices más anchas) pueden generar más empuje a la misma velocidad, pero requieren un motor más potente (mayor par) para hacer girar la hélice. Normalmente, el tamaño de la hélice varía según el tamaño y la finalidad de la aeronave. Los pequeños drones que transportan paquetes solo necesitan hélices pequeñas y relativamente lentas, mientras que los taxis aéreos de mayor tamaño requerirían hélices más grandes.

### Forma del aspa

La forma de un aspa tiene muchos factores posibles. Para esta actividad, la principal consideración es la forma de su punta, que puede ser redonda, puntiaguda o roma. Otros factores de forma incluyen el ancho del aspa, su sección transversal y las curvas del borde de ataque y de salida. La forma de un aspa determina la eficacia con la que “corta” el aire. La sección transversal de un aspa de hélice puede ser bastante plana, pero la forma de una pala de hélice más parecida al ala de un avión suele reducir la resistencia y aumentar la sustentación.

### Cabeceo y torsión del aspa

Una hélice funciona empujando el aire en la dirección opuesta a la que pretende viajar la aeronave. Para forzar el aire hacia donde tiene que ir, las aspas deben tener cabeceo o torsión. *El cabeceo* es cuando toda la aspa está en ángulo con respecto al buje, y *la torsión* es cuando la punta de la aspa tiene un ángulo diferente al del resto de la aspa. Un giro en el aspa puede ayudar a maximizar la eficiencia de la misma, ya que la punta del aspa tiene que pasar a través de más aire que la base de un aspa con el fin de hacer una revolución completa. Juntos, el cabeceo y la torsión de las aspas determinan la dirección en la que se empuja el aire. Al invertir el sentido de giro de una hélice, se invierte la dirección de empuje del aire. Piense en ello como en un tornillo: si se gira en una dirección, se introduce en la madera, y si se gira en la dirección contraria, se saca de la madera. La velocidad a la que giran las hélices, junto con el cabeceo de las aspas, determina la cantidad de aire que se empuja.



Esta simulación por computadora muestra el movimiento del aire causado por la rotación de las hélices de un cuadricóptero. Mire la simulación: <https://youtu.be/hywBEaGiO4k>

### Área de superficie del aspa

La superficie del aspa está influenciada por todos los factores anteriores y es, esencialmente, la cantidad de material que toca el aire en un momento dado. La superficie de la hélice es el total combinado de las superficies de todas las aspas. Cuanta más superficie tenga una hélice, más aire podrá empujar, creando así más empuje. Sin embargo, esto se produce a costa de un mayor consumo de energía del motor y un mayor arrastre.

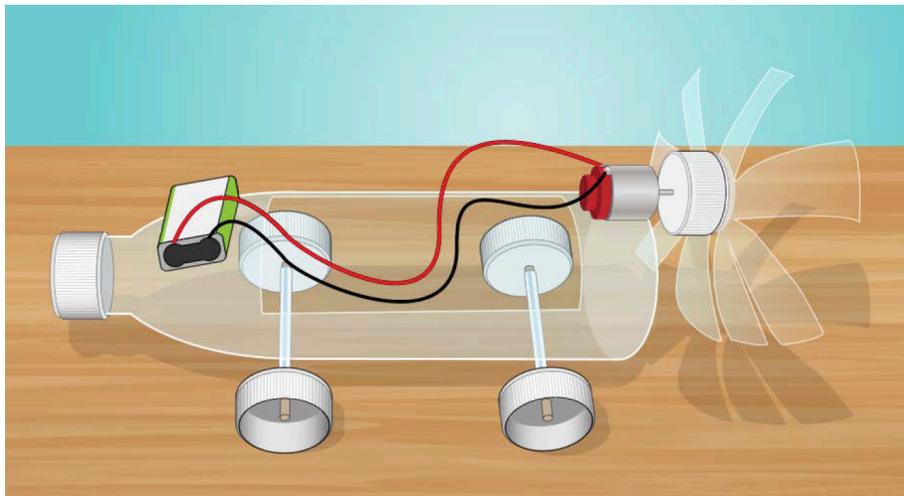
# Actividad uno: Desafío de diseño de hélices

## Notas del educador

### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Aplicar los pasos del proceso de diseño de ingeniería para completar con éxito un desafío de equipo:
  - Diseñar y construir un coche de hélice.
  - Probar el diseño y luego mejorarlo en función del rendimiento del coche, incluido el empuje de la hélice.
- Explique cómo la tercera ley del movimiento de Newton desempeña un papel en los vehículos en movimiento con hélices.
- Trabaje en equipo y comuníquese de manera efectiva.
- Reflexione sobre el proceso de diseño y discútalos con todo el grupo.



### Descripción general del desafío

Los estudiantes trabajarán en equipo para diseñar y construir una hélice utilizando el proceso de diseño de ingeniería. El equipo construirá un coche de hélice que recorra una distancia determinada con el menor tiempo medio.

Tiempo sugerido

60 a 120 minutos

### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinares</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-ETS1-1 Diseño de ingeniería: definir los criterios y las restricciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución exitosa, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los posibles efectos en las personas y el medio natural que pueden limitar las posibles soluciones.</li> <li>• MS-PS2-2: planificar una investigación para proporcionar evidencia de que el cambio en el movimiento de un objeto depende de la suma de las fuerzas sobre el objeto y la masa del objeto.</li> <li>• PS2.A Fuerzas y movimiento: El movimiento de un objeto está determinado por la suma de las fuerzas que actúan sobre él; si la fuerza total sobre el objeto no es cero, su movimiento cambiará. Cuanto mayor sea la masa del objeto, mayor será la fuerza necesaria para lograr el mismo cambio de movimiento. Para cualquier objeto dado, una fuerza mayor provoca un cambio mayor en el movimiento. Todas las posiciones de los objetos y las direcciones de las fuerzas y los movimientos deben describirse en un marco de referencia elegido arbitrariamente y en unidades de tamaño elegidas arbitrariamente. Para compartir información con otras personas, estas opciones también deben compartirse.</li> </ul> <p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y función: la forma en que se forma o estructura un objeto determina muchas de sus propiedades y funciones.</li> <li>• Sistema y modelos de sistemas: un sistema es un grupo organizado de objetos o componentes relacionados. Se pueden usar modelos para comprender y predecir el comportamiento de los sistemas.</li> </ul>	<p><i>Prácticas de ciencia e ingeniería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y uso de modelos: una práctica tanto de la ciencia como de la ingeniería es usar y construir modelos como herramientas útiles para representar ideas y explicaciones. Estas herramientas incluyen diagramas, dibujos, réplicas físicas, representaciones matemáticas, analogías y simulaciones por computadora.</li> <li>• Planificación y realización de investigaciones: los científicos y los ingenieros planifican y llevan a cabo investigaciones en campo o en laboratorio, y trabajan tanto en colaboración como individualmente. Sus investigaciones son sistemáticas y requieren aclarar qué cuenta como datos e identificar variables o parámetros.</li> <li>• Análisis e interpretación de datos: las investigaciones científicas producen datos que deben analizarse para obtener significado. Debido a que los patrones y las tendencias de los datos no siempre son obvios, los científicos utilizan una variedad de herramientas, que incluyen la tabulación, la interpretación gráfica, la visualización y el análisis estadístico, para identificar las características y los patrones significativos en los datos. Los científicos identifican las fuentes de error en las investigaciones y calculan el grado de certeza de los resultados. La tecnología moderna facilita mucho la recopilación de grandes conjuntos de datos, y proporcionan fuentes secundarias para el análisis.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiante empoderado: los estudiantes aprovechan la tecnología para desempeñar una función activa en la elección, el logro y la demostración de competencia en sus objetivos de aprendizaje, informados por las ciencias del aprendizaje.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– 1d: los estudiantes comprenden los conceptos fundamentales de las operaciones tecnológicas; demuestran la capacidad de elegir, utilizar y solucionar problemas de las tecnologías actuales; y son capaces de transferir sus conocimientos para explorar las tecnologías emergentes.</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñador de innovación: los estudiantes usan una variedad de tecnologías dentro de un proceso de diseño para identificar y resolver problemas mediante la creación de soluciones nuevas, útiles o imaginativas.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– 4c: los estudiantes desarrollan, prueban y perfeccionan prototipos como parte de un proceso cíclico de diseño.</li> </ul> </li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP5: utilizar las herramientas apropiadas estratégicamente.</li> </ul>	<p><i>Prácticas matemáticas (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.PRACTICE.MP6: prestar atención a la precisión.</li> </ul>

## Preparación del desafío

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas del educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Reúna y prepare todos los suministros enumerados en la lista de materiales.
- Construya un coche de hélice de muestra para mostrar a los estudiantes (consulte Anexo C las instrucciones), pero **no** les muestre una hélice terminada, ya que puede influir en los diseños de los estudiantes.
- Instale una estación de pruebas donde los estudiantes puedan probar sus coches de hélice en una superficie lisa y plana. Esta zona debe incluir una cinta métrica o una cinta adhesiva marcada en el suelo para que los alumnos puedan medir la distancia que recorre su coche de hélice.

## Materiales (por grupo)

### Materiales de construcción para el coche de hélice

- Consulte la lista de materiales en Anexo C, Instrucciones del coche de hélice.

Nota: a efectos de comparación de datos, cada coche debe fabricarse con los mismos materiales para eliminar las variables adicionales.

### Materiales de construcción para la hélice

- Materiales diversos (por ejemplo, plástico, cartón, palitos de paleta, clips, platos de papel, etc.)

### Seguridad

Revise todos los consejos de seguridad antes de construir el coche de hélice. Todas las directrices de seguridad están identificadas en el Anexo C con las instrucciones del carro de hélice. Se requiere la supervisión de un adulto para construir y probar el coche de hélice.

## Presente el desafío

- Proporcione el contexto para esta actividad utilizando la información de la sección Introducción y antecedentes, las Notas del educador y la Hoja del estudiante de esta guía.
- Pida a los alumnos que compartan lo que saben sobre los drones.
  - Defina un dron como una aeronave sin piloto humano a bordo.
  - Explique que un dron es un tipo de vehículo aéreo no tripulado (UAV).
- Discuta cómo las hélices de un dron generan sustentación para contrarrestar la fuerza de la gravedad.
  - Repase con los estudiantes la tercera ley del movimiento de Newton y cómo se aplica a la sustentación y al empuje.
  - Discuta las diferentes consideraciones para el diseño de hélices, incluyendo el número de aspas, la longitud de las aspas, la forma, el cabeceo, la torsión y la superficie.
- Comparte el video “Abramos los cielos con AAM”.  
<https://www.youtube.com/watch?v=IKf0Y317AJw>
- Explique la función de los ingenieros en el diseño de tecnología para resolver problemas. Use el video “Introducción a la ingeniería” ([https://www.youtube.com/watch?v=wE-z\\_TJyzil](https://www.youtube.com/watch?v=wE-z_TJyzil)) para presentar el proceso de diseño de ingeniería.

## Comparta con los estudiantes



### Estimulante cerebral

Las aspas de las hélices están inclinadas. El ángulo, o cabeceo, de las aspas determina la dirección en la que se empuja el aire. La velocidad a la que giran las hélices, junto con el cabeceo de las aspas, determina la cantidad de aire que se empuja.

Más información:

<https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/propeller.html>



### En el lugar

¿Sabía que la NASA está liderando los esfuerzos de la nación para abrir rápidamente una nueva era en los viajes aéreos llamada movilidad aérea avanzada, o AAM? La NASA está preparando un nuevo futuro para el transporte urbano: un futuro en el que tanto las personas como los paquetes se desplazarán por el aire. De hecho, los investigadores del Centro de Investigación Ames de la NASA, en Silicon Valley californiano, están desarrollando tecnologías para la gestión del espacio aéreo de la AAM para hacerlo posible. Los investigadores ya han estudiado, diseñado y probado herramientas y tecnologías que podrían utilizarse en un futuro próximo para gestionar el espacio aéreo de los pequeños drones que vuelan a baja altura, ¡incluso en paisajes urbanos complejos! Está dando un empujón al emergente mundo de los pasajeros y las mercancías que viajan sin problemas por encima de las calles de nuestras ciudades.

Más información:

<https://www.nasa.gov/ames/utm/>

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

- Explique que los ingenieros deben cumplir con los criterios y las restricciones de diseño, incluidas las limitaciones de presupuesto y de tiempo.
- Divida a todo el grupo en equipos y distribuya a cada uno de ellos el Folleto para el estudiante, las instrucciones del coche de hélice (consulte Anexo C), y papel de borrador.
- Explique los detalles del desafío, incluidos los criterios de diseño y las restricciones.

Criterios	Restricciones
Todas las carrocerías deben ser idénticas. Cada equipo seguirá las instrucciones y construirá el mismo coche básico al que se acoplará la hélice.	El coche de hélice no puede ser empujado o golpeado por los miembros del equipo para "impulsar" o hacer avanzar el vehículo.
El diseño de la hélice debe fijarse firmemente al motor con la fijación del buje de la hélice (la rosca de la botella de agua).	
Todos los coches de prueba deben ser alimentados por el mismo número de vueltas de hélice (para los coches con bandas elásticas) o por el mismo tipo de pila (para los coches de hélice motorizada) (por ejemplo, una pila de 9 V).	
El empuje de la hélice debe hacer avanzar el coche.	
El coche de hélice debe moverse un mínimo de 1 m (100 cm).	

### Presente el desafío

#### ? Preguntar

- Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas:
  - ¿Qué es el empuje?
    - ¿Cómo se crea el empuje?
    - ¿Cómo generan las hélices el empuje?
  - ¿Cómo afecta la masa de un objeto a la fuerza necesaria para moverlo?
  - ¿Varía el tamaño de la hélice en función del tamaño de la aeronave?
  - ¿Todas las hélices son iguales?
  - ¿Qué hace que algunas hélices sean más eficaces que otras?

#### 💡 Imaginar

- Permita que los estudiantes hagan preguntas sobre el desafío. Asegúrese de que pueden definir claramente el problema, así como todos los criterios y limitaciones del diseño.
- Pida a los estudiantes que dibujen individualmente el diseño de una hélice.
  - Reitere a los estudiantes que el objetivo de la lluvia de ideas es llegar a muchas ideas diferentes y posibles soluciones.
  - Recuerde a los estudiantes que no deben criticar las ideas de los demás durante una sesión de lluvia de ideas. En esta etapa, todas las ideas son bienvenidas.
  - Los estudiantes podrían investigar varios diseños de hélices para obtener algunas ideas de diferentes formas.

#### ✏️ Planificar

- A continuación, los estudiantes compartirán y compararán sus dibujos individuales con su equipo y debatirán qué características deben integrarse en el diseño del equipo.
  - ¿Qué partes o características de una hélice pueden hacer que produzca mejor el empuje?
  - ¿Cuál es la mejor característica del diseño de cada individuo y cómo puede incluirse en el diseño del equipo?
- Anime a los estudiantes a combinar sus ideas y a dibujar una solución para el diseño de una hélice.
  - Asegúrese de que los estudiantes etiqueten cada pieza con su función junto con los materiales de los que está hecha.
  - Cada diseño debe incorporar al menos una idea de diseño de cada miembro del equipo.

- Los equipos deben crear un plan para construir y probar su diseño de manera eficiente:
  - ¿Quién será responsable por cada parte de la construcción y las pruebas?
  - ¿Todos tienen una parte justa del trabajo?
  - ¿Cuánto tiempo debe durar cada paso?
  - ¿Qué hará el equipo si algo no funciona como está previsto?
- Antes de que los estudiantes se comprometan a construir sus hélices, anímelos a compartir su diseño con otros equipos.
- Involucre a los estudiantes en un debate sobre el motivo por el que han seleccionado su diseño, así como por qué han elegido determinados materiales, el número de aspas de la hélice, la forma y otras características únicas atribuidas a su diseño de ingeniería.

 **Crear**

- Cada equipo construirá un coche básico idéntico (consulte el Anexo C). Sin embargo, los estudiantes tendrán que diseñar diferentes hélices a partir de los distintos materiales proporcionados para generar el suficiente empuje para hacer avanzar el coche de hélice.
- Las instrucciones paso a paso proporcionadas permiten a los estudiantes crear un coche de hélice básico que sirva de control durante el desafío de diseño de ingeniería.
- La única variable que los estudiantes cambiarán es el diseño de la hélice. La aplicación del proceso de diseño de ingeniería ayudará a los estudiantes a construir, probar y rediseñar sus hélices según convenga.

 **Probar**

- Reserve una zona de pruebas en el aula para que los estudiantes prueben sus coches de hélice en una superficie lisa y plana. Asegúrese de que los estudiantes sepan que este es el único lugar de la sala para probar sus vehículos.
- Cada equipo utilizará la zona de pruebas designada para probar sus prototipos. El coche de hélice debe recorrer un mínimo de 1 m (100 cm). Los estudiantes registrarán en la tabla de datos el tiempo (en segundos, s) que tarda el coche de hélice en recorrer 1 m en cada ensayo y luego calcularán el tiempo medio que el coche de hélice recorrió esa distancia. Los estudiantes también anotarán los cambios que han realizado con respecto a su diseño anterior y documentarán sus observaciones para cada serie de ensayos. Revise la tabla de ejemplo que se muestra a continuación.

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{\text{Suma total de todos los tiempos de prueba registrados durante un ensayo}}{\text{Número de pruebas durante un ensayo}}$$

Número de diseño	Prueba 1 tiempo, s	Prueba 2 tiempo, s	Prueba 3 tiempo, s	Tiempo promedio, s	Cambio del diseño anterior	Observación
1	20	19	19	19.3	N/C	El coche era muy lento.
2	18	17	16	17	Hizo las aspas más largas	Se movió un poco más rápido, pero las aspas no pueden ser más largas.
3	12	11	10	11	Se eliminó 1 aspa	El tiempo que tardó el coche en recorrer 1 m fue mucho más rápido.
X	X	X	X	X	Hizo que el ángulo del aspa fuera más pronunciado	El coche se movía muy lentamente porque la batería estaba casi agotada, por lo que <b>excluimos esta prueba como un caso atípico.</b>
4	8	8	9	8.3	No hay cambios (se ha sustituido la batería)	Después de sustituir la batería débil, el coche fue más rápido de lo esperado.

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

### Mejorar

- Después de cada prueba, los estudiantes mejorarán el diseño de las aspas de la hélice basándose en los resultados de sus experimentos y en su comprensión de la tercera ley del movimiento de Newton, incluida la transferencia de energía, las fuerzas y el movimiento.
- Cuando los estudiantes mejoran sus diseños, hay varios factores que pueden cambiar, incluyendo (pero sin limitarse a) el número de aspas, la forma de torcer las hélices, el área o la forma del aspa, la posición y el material de la hélice.
- Los estudiantes recopilarán datos y registrarán los cambios realizados en sus diseños de ingeniería.

### Compartir

- Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de discusión:
  - ¿Cómo se relaciona la misión de la NASA para la movilidad aérea avanzada (AAM) con el desafío del diseño?
  - ¿Cuáles fueron los diferentes pasos que tuvo que completar para que el diseño de su equipo funcionara correctamente?
  - ¿Qué fuerzas físicas entraron en juego durante este desafío? Explique.
  - ¿Cómo se ha diseñado la hélice para proporcionar empuje?
  - ¿Qué le dijeron los datos sobre el diseño de la hélice de su equipo?
  - ¿Qué tipo de cambios de rediseño hizo su equipo para mejorar el rendimiento de su vehículo?
  - ¿A qué cree que se deben las diferencias en el rendimiento de su coche de hélice en comparación con los vehículos creados por otros equipos?
  - ¿Cuál fue la mayor dificultad con la que se encontró su equipo al intentar completar este desafío?

### Extensiones

- Los estudiantes pueden agregar peso medido (centavos, arandelas, etc.) al coche de hélice para descubrir cuánta masa puede transportar su vehículo.
- Los estudiantes pueden agregar peso medido (monedas de un centavo, arandelas, etc.) a lugares específicos (adelante, atrás y/o en el medio) del coche de hélice para averiguar si la distribución del peso influye en el rendimiento del vehículo.
- Los estudiantes pueden agregar varias baterías al coche de hélice motorizado para comparar y contrastar el rendimiento del vehículo.

### Referencia

Carrera de cohetes, actividad de la NASA. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/rockets-guide-20-rocket-races.pdf>

### Recursos

*STEMonstrations*: Tercera ley de movimiento de Newton  
<https://www.youtube.com/watch?v=dCF--YOjiOw&feature=youtu.be>

Exploración de la aerodinámica de los drones con computadoras  
<https://www.youtube.com/watch?v=hywBEaGiO4k>

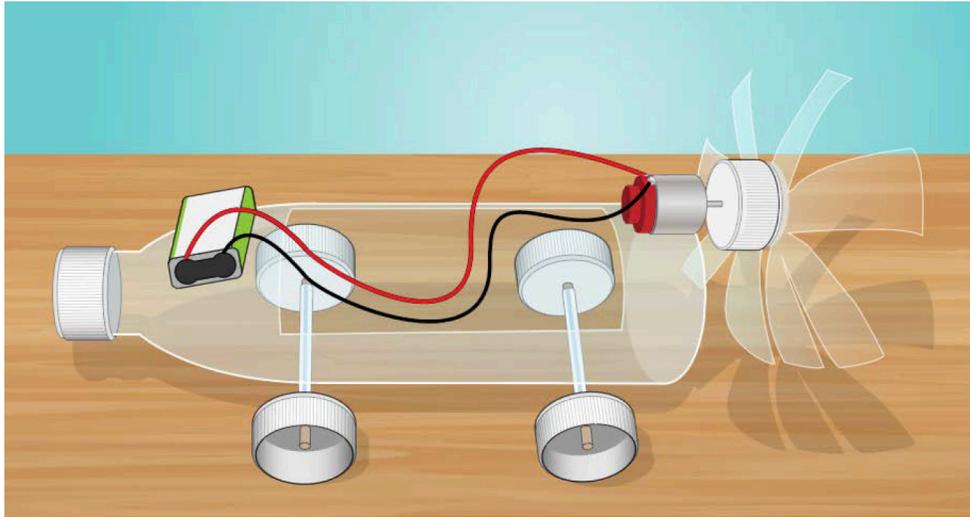
Cielos seguros para las aeronaves no tripuladas  
<https://www.youtube.com/watch?v=gK2jDwPrDTA>

Hoja de datos de Armstrong de la NASA: Integración de los sistemas de aeronaves no tripuladas en el Sistema Nacional del Espacio Aéreo  
<https://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/FactSheets/FS-075-DFRC.html>

Descripción general de la campaña nacional de movilidad aérea avanzada  
<https://www.nasa.gov/aeroresearch/aam/description/>

# Actividad uno: Desafío de diseño de hélices

## Folleto para el estudiante



### Su Desafío

Diseñe y construya una hélice que genere suficiente empuje para hacer avanzar el coche de hélice una distancia determinada en el menor tiempo medio posible.

### Criterios y restricciones de diseño

Criterios	Restricciones
Todas las carrocerías deben ser idénticas. Cada equipo seguirá las instrucciones y construirá el mismo coche básico al que se acoplará la hélice.	El coche de hélice no puede ser empujado o golpeado por los miembros del equipo para "impulsar" o hacer avanzar el vehículo.
El diseño de la hélice debe fijarse firmemente al motor con la fijación del buje de la hélice (la rosca de la botella de agua).	
Todos los coches de prueba deben ser alimentados por el mismo número de vueltas de hélice (para los coches con bandas elásticas) o tipo de pila (para los coches de hélice motorizada) (por ejemplo, una pila de 9 V).	
El empuje de la hélice debe hacer avanzar el coche.	
El coche de hélice debe moverse un mínimo de 1 m (100 cm).	

### ? Preguntar

- Discute las formas de diseñar una hélice que proporcione suficiente empuje para impulsar o hacer avanzar el coche de prueba.
  - ¿Qué variables afectan al rendimiento de las hélices?
  - ¿Qué tipo de material utilizará para construir su diseño?
  - ¿Qué tamaño y forma tendrá su hélice?
  - ¿Cuántas aspas incluirá y cómo las diseñará para que el vehículo avance?
  - ¿Su equipo tiene alguna pregunta antes de empezar?

### 🧐 Dato curioso

Durante décadas, la NASA ha utilizado modelos informáticos para simular el flujo de aire alrededor de las aeronaves con el fin de probar los diseños y mejorar el rendimiento de los vehículos de próxima generación. La NASA utilizó recientemente esta técnica para explorar la aerodinámica de un pequeño y popular dron con batería, un cuadricóptero DJI Phantom 3 modificado. Las simulaciones revelaron los sorprendentes y complejos movimientos del aire debidos a las interacciones entre las hélices del vehículo y la estructura en forma de X durante el vuelo.

Obtenga más información en:

<https://www.nasa.gov/image-feature/ames/exploring-drone-aerodynamics-with-computers>

### 🎓 Esquina profesional

Claudia Herrera es ingeniera aeroespacial en la rama de aeroestructuras del Centro de Investigación de Vuelo Armstrong de la NASA en California. Realiza pruebas y análisis en tierra de las estructuras de diversos vehículos antes de que emprendan el vuelo. Haga clic en el siguiente enlace para obtener más información sobre cómo Claudia no dejó que la pobreza interfiriera en sus aspiraciones de trabajar en la NASA.

Obtenga más información en:

[https://youtu.be/MUa2E\\_M-b1A](https://youtu.be/MUa2E_M-b1A)

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

### Imaginar

- Haga una lluvia de ideas y piense en formas de diseñar una hélice que pueda proporcionar suficiente empuje para hacer avanzar el coche de hélice.
- Investigue los diseños de las hélices de la NASA o de las empresas del sector de la aviación para inspirar ideas para su construcción.

### Planificar

- Dibuje su diseño en una hoja de papel aparte.
- Cada diseño debe incorporar al menos una idea de diseño de cada miembro del equipo.
- Etiquete cada boceto con las dimensiones e incluya los materiales necesarios para construir un modelo o prototipo.
- Antes de construir su hélice, comparta su diseño con su profesor y/o con otro equipo para comparar los diseños. Explique a todo el grupo por qué su diseño de ingeniería es único o similar a los diseños de otros equipos.

### Crear

- Su equipo construirá una hélice utilizando únicamente los materiales proporcionados por el profesor.
- Su equipo construirá un coche de hélice básico siguiendo las instrucciones paso a paso proporcionadas.

### Probar

- El coche de hélice debe recorrer un mínimo de 1 m (100 cm).
- El coche de hélice no puede ser empujado o golpeado por los miembros del equipo para “impulsar” o hacer avanzar el vehículo.
- Cada equipo realizará las pruebas en la zona de pruebas designada.
- En una hoja de papel, crea una tabla de datos como el ejemplo que se muestra a continuación.
- Después de realizar cada prueba, registre en su tabla de datos el tiempo que tardó su coche de hélice en recorrer 1 m (en segundos) y calcule el tiempo medio de las pruebas en cada ensayo. Su equipo también anotará los cambios realizados con respecto al diseño anterior de la hélice. Asegúrese de escribir sus observaciones para el ensayo de cada diseño.

**Tiempo promedio** =  $\frac{\text{Suma total de todos los tiempos de prueba registrados durante un ensayo}}{\text{Número de pruebas durante un ensayo}}$

Número de diseño	Prueba 1 tiempo, s	Prueba 2 tiempo, s	Prueba 3 tiempo, s	Tiempo promedio, s	Cambiar del diseño anterior	Observación
1					N/C	
2						
3						
4						
5						

### Mejorar

- Su equipo debe realizar pruebas y mejorar sistemáticamente el diseño después de cada ensayo.
- Registre las observaciones durante las pruebas que le ayudarán a modificar su diseño para la siguiente prueba.
- Rediseñe la configuración de su hélice para mejorar el empuje del coche de hélice y reducir el tiempo de recorrido.

### Compartir

Presentará su diseño de hélice a todo el grupo. Como preparación para el intercambio, revise los siguientes puntos con su equipo. Puede crear un video o una presentación de diapositivas para presentar sus datos. Decida quién será el representante de su grupo.

- Reflexione sobre el proceso de diseño de ingeniería y explique cómo su equipo utilizó el proceso paso a paso para crear su diseño final.
- Enumere dos cosas que haya aprendido sobre cómo los ingenieros resuelven problemas gracias a su participación en el desafío de diseño.
- Discuta los resultados de sus pruebas y comparta los detalles con todo el grupo.
- ¿Por qué tuvo que probar el diseño de su equipo varias veces antes de conseguir que funcionara como quería?
- ¿Cuáles fueron algunos de los sacrificios o compromisos que hizo su equipo durante el desafío?
- Compare y contraste el diseño de la hélice de su equipo con el diseño de otro equipo.
  - ¿Tenía su diseño características similares en común con los diseños de otros equipos?
  - ¿Qué aprendió al ver los proyectos de otros equipos y al debatirlos?
- Si tuviera más tiempo, ¿qué haría para mejorar su hélice?
- ¿Cuál fue la solución más innovadora entre todos los equipos?

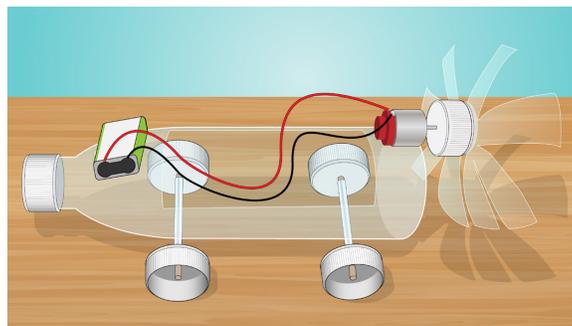
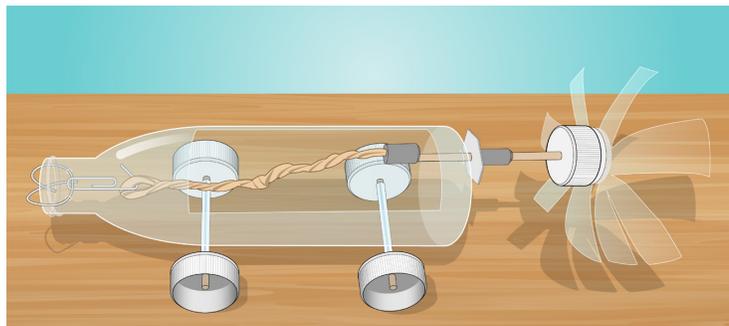
## Actividad dos: impulsar la carga útil con propulsión eléctrica

### Notas del educador

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Investigue el impacto de la variación de la masa en la velocidad media de un coche de hélice (cualquiera de los diseños siguientes).



#### Descripción general de la investigación

Los estudiantes explorarán los compromisos que los ingenieros tienen que hacer al diseñar un vehículo eléctrico con baterías. Específicamente, los estudiantes utilizarán un coche de hélice (prefabricado o diseñado) para investigar el efecto de la variación de la masa en la velocidad media. Esta investigación destacará la contrapartida de que las baterías de mayor capacidad son más pesadas.

#### Tiempo sugerido

45 a 90 minutos

### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinarias</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MS-PS2-2 Movimiento y Estabilidad: Fuerzas e interacciones: planificar una investigación para proporcionar evidencia de que el cambio en el movimiento de un objeto depende de la suma de las fuerzas sobre el objeto y la masa del objeto.</li> <li>MS-PS3-1 Energía: construya e interprete representaciones gráficas de datos para describir las relaciones de la energía cinética con la masa de un objeto y con la velocidad de un objeto.</li> </ul>	<p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estabilidad y cambio: Las explicaciones de la estabilidad y el cambio en los sistemas naturales o diseñados pueden construirse examinando los cambios en el tiempo y las fuerzas a diferentes escalas.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Constructor de conocimiento: los estudiantes seleccionan críticamente una variedad de recursos utilizando herramientas digitales para construir conocimiento, producir artefactos creativos y crear experiencias de aprendizaje significativas para ellos mismos y para otros.</li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pensador computacional: los estudiantes desarrollan y emplean estrategias para comprender y resolver problemas de manera que aprovechen el poder de los métodos tecnológicos para desarrollar y probar soluciones.</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MP.2: razonar de forma abstracta y cuantitativa.</li> </ul> <p><i>Estándares de contenido</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.EE.A.2: escribir, leer y evaluar expresiones en las que las letras representan números.</li> <li>7.EE.B.3: resolver problemas matemáticos y de la vida real de varios pasos planteados con números racionales positivos y negativos de cualquier forma, utilizando herramientas de forma estratégica. Aplicar las propiedades de las operaciones para calcular con números en cualquier forma, convertir entre formas según corresponda, y evaluar la razonabilidad de las respuestas utilizando estrategias de estimación y cálculo mental.</li> </ul>	<p><i>Estándares de contenido (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7.EE.B.4: usar variables para representar cantidades en un problema matemático o del mundo real y construir ecuaciones y desigualdades simples para resolver problemas razonando sobre las cantidades.</li> <li>8.F.A.3: interpretar la ecuación <math>y = mx + b</math> como definición de una función lineal cuya gráfica es una recta; dar ejemplos de funciones que no son lineales.</li> </ul>

#### Preparación de la investigación

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas del educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Determine los equipos y las funciones antes de la investigación. Consulte las sugerencias de funciones de equipo en la parte delantera de esta guía educativa.
- Prepare los materiales con antelación en la zona de materiales para el montaje del equipo.
- Haga copias con antelación del folleto para el estudiante, de las instrucciones del coche de hélice (Anexo C), y de la plantilla básica de la hélice (Anexo C) opcional.

**Materiales (por equipo a menos que se indique lo contrario)**

- 1 balanza (una por grupo)
- 1 regla o cinta métrica
- 1 temporizador
- Elementos diversos que representan la masa (arandelas, monedas, etc.)  
Consejo: Los centavos pesan aproximadamente entre 2.5 y 3.1 gramos para facilitar la unidad de medida.
- Papel cuadriculado
- Calculadoras

**Materiales de construcción para el coche de hélice**

- Consulte las instrucciones del carro de hélice en el Anexo C para ver la lista de materiales.

Nota: a efectos de comparación de datos, cada coche debe fabricarse con los mismos materiales para eliminar las variables adicionales.

**⚠ Seguridad**

Revise todos los consejos de seguridad antes de construir el coche de hélice. Se requiere la supervisión de un adulto para construir y probar el coche de hélice.

**Presente la investigación**

- Antes de proporcionar la información a los estudiantes, comience con un organizador gráfico y escriba simplemente la palabra “dron”. Compruebe cuánta información conocen ya los estudiantes y qué quieren aprender. Vuelva al organizador gráfico al final de la investigación para hacer un seguimiento con los estudiantes de lo que han aprendido con la actividad.
- Muestre uno o ambos de estos videos introductorios:
  - ¿Qué es AAM? <https://youtu.be/Vu1VWEvgd24>
  - Tecnología LEAP de la NASA: Propulsión eléctrica distribuida. <https://youtu.be/hhL2-Lykl9s>
- Explique los detalles de la investigación, incluidos los criterios y las limitaciones.

Criterios	Restricciones
Los estudiantes pueden utilizar un coche de hélice disponible en el mercado o utilizar las instrucciones proporcionadas para construir un coche de hélice motorizado o con bandas elásticas.	Los estudiantes no pueden desviarse del diseño del coche de hélice ni utilizar un diseño diferente al de otros equipos.
Los estudiantes deben diseñar una investigación que demuestre cómo la masa afecta a la velocidad de un coche de hélice.	

**Facilite la investigación****? Plantear preguntas**

- Después de ver los videos introductorios, formule a los estudiantes preguntas de orientación como las siguientes:
  - ¿Cuáles son los desafíos de la propulsión eléctrica para los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)?

**Comparta con los estudiantes****Estimulante cerebral**

A menudo confundimos los términos “masa” y “peso” y los utilizamos indistintamente aunque tengan significados muy diferentes. La masa no cambia si se mide en la Tierra, en la Estación Espacial Internacional o en Marte. El peso puede cambiar en función de la atracción gravitatoria, como en la Luna, donde el peso se reduce a una sexta parte del de la Tierra. Visite el siguiente enlace y compruebe cuánto pesan los demás planetas de nuestro sistema solar.

Obtenga más información en:

<https://www.nasa.gov/specials/kidsc lub/games/astro-matic-3000/index.html>

**En el lugar**

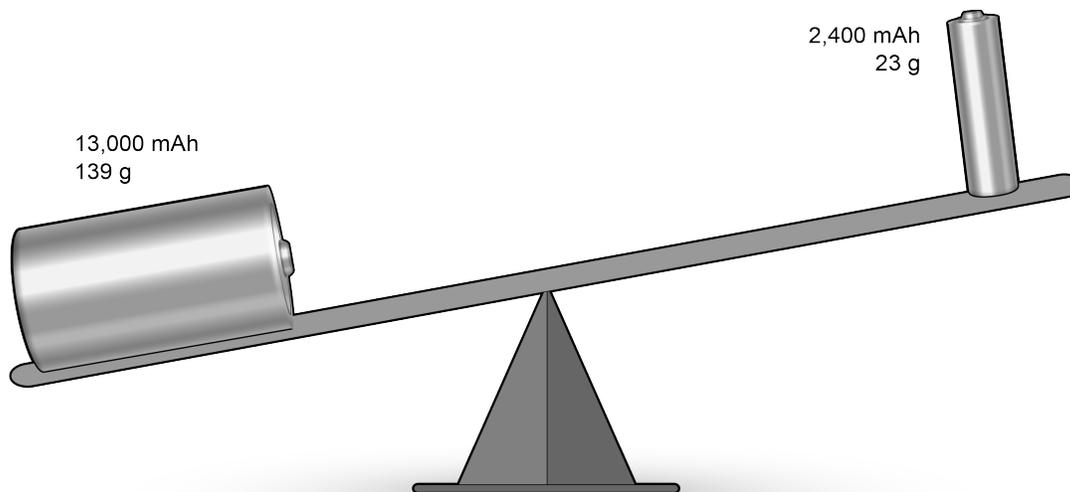
Katherine Johnson trabajó para la NASA desde 1953 hasta 1986 como matemática. Dejó su huella en la historia en una época en la que las mujeres y los afroamericanos eran habitualmente marginados. El Centro de Investigación Langley de la NASA ha nombrado una instalación de investigación computacional de 40 000 pies cuadrados en su honor. Johnson calculó la trayectoria del primer estadounidense en el espacio en 1961. Verificó los cálculos de la puesta en órbita de 1962 y el cálculo de la trayectoria del Apolo 11 hacia la Luna. Johnson ha sido reconocida a lo largo de los años, y Hollywood contó la historia de Johnson en la película “Talento ocultos”.

Obtenga más información en:

<https://www.nasa.gov/feature/langley/computational-facility-named-in-tribute-to-nasa-langley-math-master-katherine-johnson>

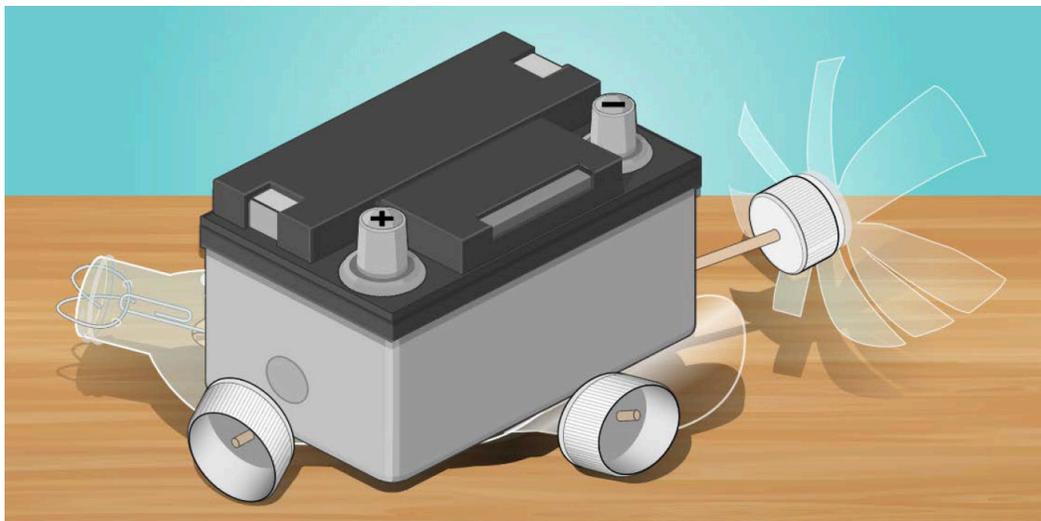
## Sistemas de aeronaves no tripuladas

- ¿En qué se parecen o se diferencian la propulsión eléctrica y la propulsión de las aeronaves tradicionales?
- ¿Por qué la batería es una parte tan importante de un UAS?
- ¿Es siempre mejor una batería más grande? ¿Qué ventajas y desventajas tiene una batería más grande?
- Explique a los estudiantes que van a investigar las compensaciones entre la capacidad de una batería y su masa con respecto a cómo eso podría afectar a la velocidad de un UAV. El siguiente diagrama capta la esencia del problema.



La batería D puede almacenar más energía que la pila AA, pero pesa mucho más.

- Si los estudiantes no entienden inmediatamente por qué la compensación ilustrada no siempre merece la pena, muéstrales un coche de hélice con una batería tan grande que el coche no puede moverse e incluso podría ser aplastado.



Existe algo llamado "demasiado poder".

### Desarrollar hipótesis

La propulsión eléctrica, si bien es beneficiosa para nuestro impacto medioambiental general, presenta desafíos para los científicos e investigadores. Uno de los principales desafíos es que las baterías son pesadas, y cuanto más pesado sea el objeto, mayor será la fuerza necesaria para moverlo, según la segunda ley de Newton.

- Los equipos utilizarán un coche de hélice (que representa un UAV) para investigar cómo la masa (que representa las baterías) puede afectar a la velocidad media. Los estudiantes son libres de elegir el objeto que utilizarán para aumentar la masa añadida al coche y los incrementos en los que aumentarán la masa.
- Si los estudiantes tienen dificultades para formular una hipótesis comprobable, proporcióneles el siguiente mensaje: “Si la masa es \_\_\_\_\_, entonces la velocidad media del coche de hélice será \_\_\_\_\_”.

 **Planificar la investigación**

- Los equipos construirán un coche de hélice con motor eléctrico o un coche de hélice con banda elástica para probar su hipótesis. Nota: Como alternativa para ahorrar tiempo, los educadores pueden optar por construir o comprar por adelantado suficientes hélices comerciales para todos. Sin embargo, si no se dispone de una hélice comercial, los estudiantes pueden utilizar la plantilla de hélice básica en el Anexo C para construir su hélice.
- Los equipos harán una lluvia de ideas sobre los objetos adecuados para la masa y desarrollarán una hipótesis comprobable junto con un plan de investigación.
- Una vez que el equipo tenga un coche de hélice que funcione, tendrá que prepararse para la recopilación de datos. A continuación se ofrece un ejemplo de tabla de datos de muestra:

Cantidad de masa añadida al coche de prueba, g <i>Carga útil</i>	Tiempo para recorrer la longitud del curso, s				Velocidad promedio, m/s
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Tiempo promedio	
0	5	5	5	5	2 m/5 s = 0.4 m/s
5	7	10	10	9	2 m/9 s = 0.22 m/s

- Los estudiantes deben elegir una longitud de recorrido estándar para todas sus pruebas. Una longitud de recorrido de 2 m suele ser suficiente, pero recorridos más largos o más cortos están bien si hay suficiente espacio para realizar la prueba con seguridad. Los puntos de inicio y final del recorrido deben estar claramente marcados. Los coches fabricados por los estudiantes no siempre se desplazan en línea recta, por lo que la línea de meta puede tener que ser un semicírculo centrado en el punto de partida.
- Para mitigar el error aleatorio, los estudiantes utilizarán el tiempo (promedio) de tres pruebas por masa elegida.
- Para hallar la velocidad promedio, toma la longitud del recorrido y divídela por los segundos que tarda en promedio; por ejemplo, si un coche de hélice recorre 3 m en un tiempo promedio de 10 s, la velocidad es igual a 3 m/10 s, y la velocidad promedio es igual a 0.3 m/s.
- Opcional: Si los estudiantes tienen acceso a un software de seguimiento por video, a un tacómetro o a una cámara de alta velocidad, pueden encontrar la velocidad máxima (la más rápida que el coche ha recorrido durante las pruebas) o incluso varios puntos de velocidad instantánea (lo rápido que va el coche en un momento dado) en lugar de, o además de, la velocidad promedio.

 **Reunir datos**

- Haga que los equipos realicen las pruebas, ajustando la variable de masa que el equipo acordó inicialmente en el plan. Recordatorio: Utilice siempre la misma cantidad de vueltas de hélice si utiliza los coches de hélice con bandas elásticas; si utiliza el coche motorizado, asegúrese de que la batería está completamente cargada. Nota: si no se utilizan baterías recargables, tenga más a mano, ya que el motor agotará la batería. Si utiliza baterías recargables, guarde las extras en el cargador.
- Los equipos medirán el tiempo que el coche recorre una distancia determinada para cada masa.
- Después de añadir la información a la tabla, los equipos calcularán el tiempo y la velocidad promedio de cada prueba de carga útil.

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

### Analizar y documentar conclusiones

- Los estudiantes deben trazar sus puntos de datos en un gráfico.
- Los estudiantes utilizarán la velocidad promedio (variable dependiente) y la masa (variable independiente) para hacer un gráfico de sus resultados para todos los ensayos realizados.
- Los estudiantes determinarán si su hipótesis fue corroborada o no por sus datos.



### Presentar los hallazgos

Coloque los gráficos de los estudiantes en el aula para que todos ellos puedan comparar fácilmente los datos.

Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de discusión:

- ¿Qué puede deducir de los datos sobre el efecto de la masa en la velocidad media de un objeto?
- ¿Cuáles fueron algunos de los obstáculos a los que se enfrentó su equipo durante el proceso de investigación y cómo los superó?
- ¿Fueron acertadas sus predicciones sobre el coche de hélice de su equipo? Explique.
- ¿Cómo utilizaría lo que ha aprendido sobre su coche de hélice para hacer un mejor vehículo aéreo no tripulado?
- Según sus conclusiones, ¿qué es lo que le gustaría investigar más?
- Compare su gráfico con los gráficos de otros equipos y responda a las siguientes preguntas:
  - ¿En qué se parece su gráfico a los otros gráficos?
  - ¿En qué se diferencia su gráfico de los otros gráficos?
  - ¿Cuáles son las posibles razones de estas similitudes y diferencias?
  - ¿Hubo algún ensayo realizado por su equipo o por otro equipo con resultados inesperados? De ser el caso, ¿por qué cree que fue así?

### Extensiones

- Extensión de medida: Los estudiantes pueden utilizar un teléfono inteligente y/o una computadora para el análisis de video digital de la velocidad instantánea. Algunos ejemplos de herramientas de análisis de video son Tracker (Open Source Physics), Logger Pro (Vernier Software & Technology) y Vernier Video Physics (Vernier Software & Technology).
- Pida a los estudiantes que diseñen su propia investigación controlada con el coche de hélice y que piensen en otras variables independientes que podrían cambiar además de la masa.
- Los estudiantes podrían dibujar una línea o curva de mejor ajuste para los datos. Además, pida a los estudiantes que encuentren la ecuación de la línea o curva de mejor ajuste. Las hojas de cálculo pueden facilitar esta tarea y también pueden utilizarse para medir rápidamente el ajuste (valor  $r^2$ ) de la fórmula.

### Recursos

Masa frente a Peso

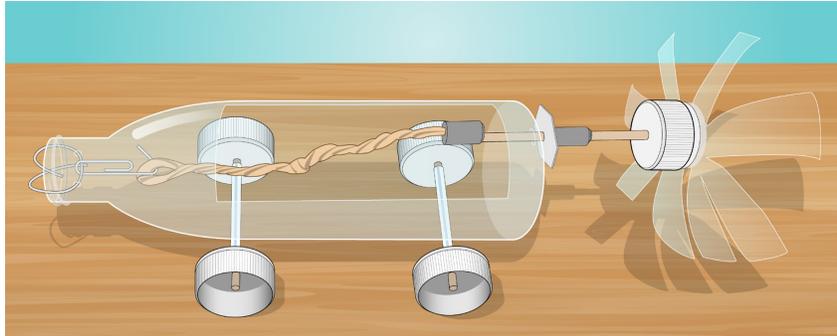
[https://www.nasa.gov/pdf/591747main\\_MVW\\_Intro.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/591747main_MVW_Intro.pdf)

Conexión con el aula de STEMonstration de la NASA: Segunda Ley de Newton

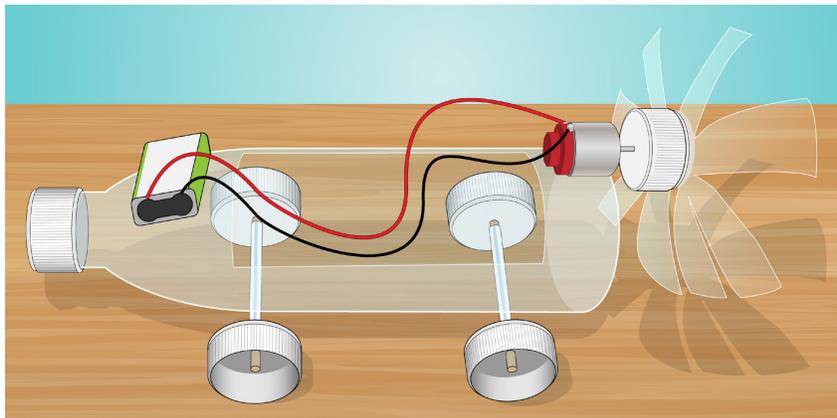
[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/stemonstrations\\_newtons-second-law.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/stemonstrations_newtons-second-law.pdf)

## Actividad dos: impulsar la carga útil con propulsión eléctrica

### Folleto para el estudiante



0



### Su Desafío

Su equipo explorará los desafíos de la propulsión eléctrica en vuelo. Utilizará un coche de hélice para representar un vehículo aéreo no tripulado (UAV) mientras investiga el efecto de la variación de la masa en la velocidad promedio. En este experimento, la masa representa el peso de la batería.

Nota: el coche y los medios de propulsión deben permanecer constantes.

Criterios	Restricciones
Los estudiantes pueden utilizar un coche de hélice disponible en el mercado o utilizar las instrucciones proporcionadas para construir un coche de hélice motorizado o con bandas elásticas.	Los estudiantes no pueden desviarse del diseño del coche de hélice ni utilizar un diseño diferente al de otros equipos.
Los estudiantes deben diseñar una investigación que demuestre cómo la masa afecta a la velocidad de un coche de hélice.	

### ? Plantear preguntas

La NASA está estudiando las ventajas y los desafíos de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) para los futuros sistemas de transporte y entrega. Después de ver los videos introductorios sobre los UAS y la propulsión eléctrica, responda a las siguientes preguntas:

### Dato curioso

El X-57 Maxwell es el primer avión X totalmente eléctrico de la NASA. El X-57 tendrá 14 motores que funcionan con 16 baterías que pesan un total de 360 kg (800 lb). Este avión X se está desarrollando para demostrar que la propulsión eléctrica puede aumentar significativamente la eficiencia a alta velocidad de crucero en comparación con las aeronaves propulsadas por sistemas tradicionales. La propulsión eléctrica supondrá menores costos de explotación y menores emisiones de carbono.

Obtenga más información en: [https://www.nasa.gov/centers/arms/trong/feature/X-57\\_battery\\_major\\_milestone.html](https://www.nasa.gov/centers/arms/trong/feature/X-57_battery_major_milestone.html)



El avión X-57 totalmente eléctrico de la NASA se muestra aquí en su configuración Mod II. (NASA AFRC TV/ Steve Parcel)

### Esquina profesional

Timothy Williams es un piloto de pruebas de investigación en el Centro de Investigación de Vuelo Armstrong de la NASA, y pilotará el X-57 Maxwell. Timothy está cualificado para pilotar una amplia gama de aeronaves científicas, de investigación y de apoyo a las misiones de la NASA.

Obtenga más información en: <https://www.nasa.gov/centers/arms/trong/about/biographies/pilots/timothy-williams.html>

- ¿Cuáles son los desafíos de la propulsión eléctrica para los UAS?
- ¿En qué se parecen o se diferencian la propulsión eléctrica y la propulsión de las aeronaves tradicionales?
- ¿Por qué la batería es una parte tan importante de un UAS?
- ¿Es siempre mejor una batería más grande? ¿Qué ventajas y desventajas tiene una batería más grande?

 **Desarrollar hipótesis**

La propulsión eléctrica, si bien es beneficiosa para nuestro impacto medioambiental general, presenta desafíos para los científicos e investigadores. Uno de los principales desafíos es que las baterías son pesadas, y cuanto más pesado sea el objeto, mayor será la fuerza necesaria para moverlo, según la segunda ley de Newton.

- Su equipo utilizará un coche de hélice (que representa un UAV) para investigar cómo la masa (que representa las baterías) puede afectar a la velocidad media. Es libre de elegir el/los objeto/s que utilizará para aumentar la masa añadida al coche y los incrementos en los que aumentará la masa.
- Si tiene dificultades para formular una hipótesis comprobable, utilice el siguiente mensaje: “Si la masa es \_\_\_\_\_, entonces la velocidad media del coche de hélice será \_\_\_\_\_”.

 **Planificar la investigación**

- Construya un coche de hélice con motor eléctrico o un coche de hélice con banda elástica.
- Su equipo hará una lluvia de ideas sobre los objetos adecuados para la masa y desarrollará una hipótesis comprobable junto con un plan de investigación.
- Una vez que su equipo tenga un coche de hélice que funcione, tendrá que prepararse para la recopilación de datos. A continuación se ofrece un ejemplo de tabla de datos de muestra:

Cantidad de masa añadida al coche de prueba, g <i>Carga útil</i>	Tiempo para recorrer la longitud del curso, s				Velocidad promedio, m/s
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Tiempo promedio	
0	5	5	5	5	2 m/5 s = 0.4 m/s
5	7	10	10	9	2 m/9 s = 0.22 m/s

- Su equipo debe elegir una longitud de recorrido estándar para todas sus pruebas. Una longitud de recorrido de 2 m suele ser suficiente, pero recorridos más largos o más cortos están bien si hay suficiente espacio para realizar la prueba con seguridad.
- Su equipo utilizará el tiempo (promedio) de tres pruebas por masa elegida.
- Para hallar la velocidad promedio, tome la longitud del recorrido y divídala por los segundos que tarda en promedio; por ejemplo, si un coche de hélice recorre 3 m en el tiempo promedio de 10 s, la velocidad es igual a 3 m/10 s, y la velocidad promedio es igual a 0.3 m/s.

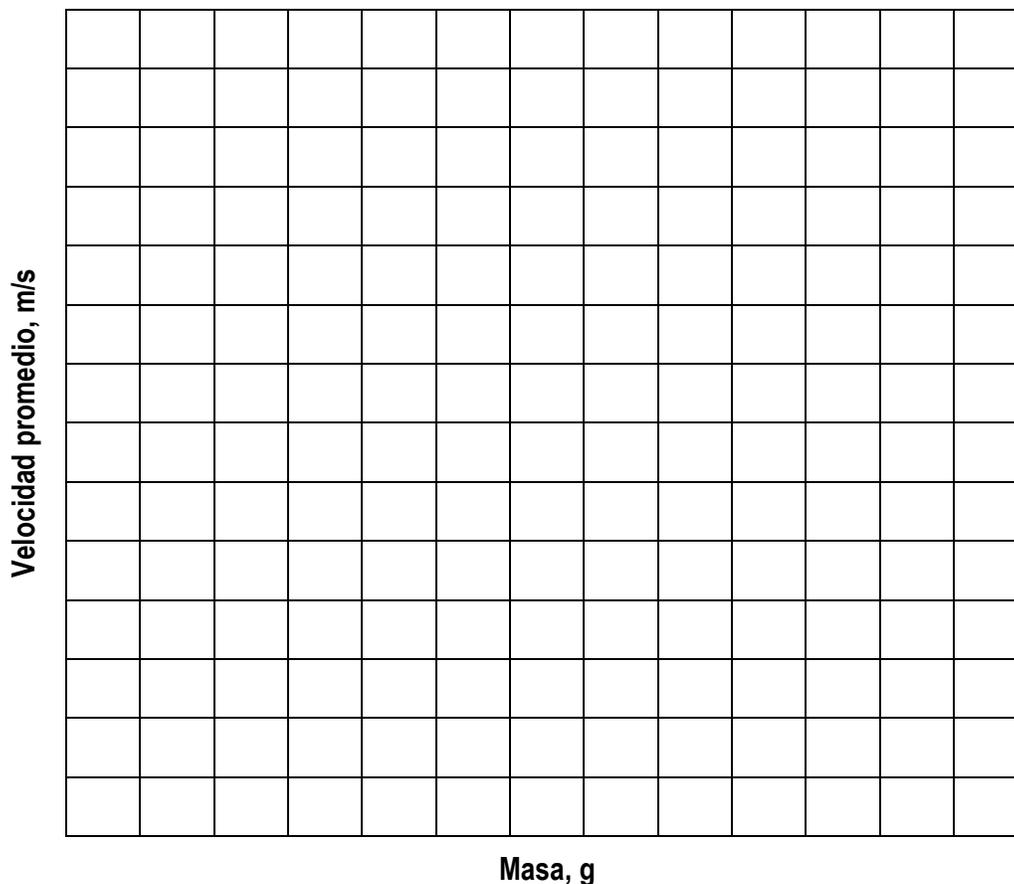
 **Reunir datos**

- Su equipo realizará las pruebas, ajustando la variable de masa que el equipo acordó inicialmente en el plan de su equipo. Recordatorio: utilice siempre el mismo número de giros de hélice si utiliza el coche con banda elástica; si utiliza el coche motorizado, asegúrese de que la batería está completamente cargada.
- Su equipo medirá el tiempo que el coche recorre una distancia determinada para cada masa. Agregue los datos a su tabla de datos y luego calcule el tiempo y la velocidad media de cada prueba de carga útil.

 **Analizar y documentar conclusiones**

- Utilice los valores de la velocidad promedio (variable dependiente) y los valores de la masa (variable independiente) para hacer un gráfico de líneas de sus resultados para todos los ensayos realizados.

### Velocidad promedio frente a masa



### Presentar los hallazgos

Prepárese para responder a las siguientes preguntas de debate con todo el grupo:

- ¿Qué puede deducir de los datos sobre el efecto de la masa en la velocidad media de un objeto?
- ¿Cuáles fueron algunos de los obstáculos a los que se enfrentó su equipo durante el proceso de investigación y cómo los superó?
- ¿Fueron acertadas sus predicciones sobre el coche de hélice de su equipo? Explique.
- ¿Cómo utilizaría lo que ha aprendido sobre su coche de hélice para hacer un mejor vehículo aéreo no tripulado?
- Según sus conclusiones, ¿qué es lo que le gustaría investigar más?
- Compare su gráfico con los gráficos de otros equipos y responda a las siguientes preguntas:
  - ¿En qué se parece su gráfico a los otros gráficos?
  - ¿En qué se diferencia su gráfico de los otros gráficos?
  - ¿Cuáles son las posibles razones de estas similitudes y diferencias?
  - ¿Hubo algún ensayo realizado por su equipo o por otro equipo con resultados inesperados? De ser el caso, ¿por qué cree que fue así?

## Actividad tres: Navega tu Zona

### Notas del educador

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Utilice la programación por bloques para navegar por un laberinto con un robot esférico programable.

#### Descripción general del desafío

Los estudiantes aprenderán los fundamentos de la programación, el control de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) y algunos de los muchos desafíos a los que se enfrentan los ingenieros de la NASA con el Sistema Nacional del Espacio Aéreo (NAS) mientras los estudiantes intentan mover una bola robótica de un lado a otro de un laberinto que representa el NAS sin golpear ningún obstáculo.

#### Tiempo sugerido

120 a 180 minutos

#### Estándares Nacionales STEM

Ciencias e Ingeniería (NGSS)	
<p><i>Ideas básicas disciplinarias</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MS-ETS1-1: definir los criterios y las restricciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución exitosa, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los posibles efectos en las personas y el medio natural que pueden limitar las posibles soluciones.</li> <li>– ETS1.A: definir y delimitar los problemas de ingeniería: Cuanto más precisamente se puedan definir los criterios y restricciones de una tarea de diseño, más probable será que la solución diseñada tenga éxito. La especificación de las restricciones incluye la consideración de los principios científicos y otros conocimientos relevantes que probablemente limiten las posibles soluciones.</li> <li>• MS-ETS1-2: evaluar las soluciones de diseño de la competencia utilizando un proceso sistemático para determinar qué tan bien cumplen con los criterios y las restricciones del problema.</li> </ul>	<p><i>Ideas básicas disciplinarias (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ETS1.B: Desarrollo de posibles soluciones: Existen procesos sistemáticos para evaluar soluciones con respecto a lo bien que cumplen con los criterios y restricciones de un problema.</li> </ul> <p><i>Conceptos transversales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Influencia de la ciencia, la ingeniería y la tecnología en la sociedad y el mundo natural</li> <li>– Toda actividad humana aprovecha los recursos naturales y tiene consecuencias a corto y largo plazo, tanto positivas como negativas, para la salud de las personas y el entorno natural.</li> <li>– Los usos de las tecnologías y las limitaciones de su uso están impulsados por necesidades, deseos y valores individuales o sociales; por los hallazgos de la investigación científica; y por las diferencias en factores tales como el clima, los recursos naturales y las condiciones económicas.</li> </ul>
Tecnología (ISTE)	
<p><i>Estándares para estudiantes</i></p> <p>Constructor de conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3d: los estudiantes desarrollan conocimientos explorando activamente problemas y cuestiones del mundo real, desarrollando ideas y teorías y buscando respuestas y soluciones.</li> </ul> <p>Diseñador de innovación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4a: los estudiantes conocen y usan un proceso de diseño deliberado para generar ideas, probar teorías, crear artefactos innovadores o resolver problemas auténticos.</li> <li>• 4d: los estudiantes exhiben tolerancia a la ambigüedad, la perseverancia y la capacidad de trabajar con problemas abiertos.</li> </ul>	<p><i>Estándares para estudiantes (continuación)</i></p> <p>Pensador computacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5a: Los estudiantes formulan definiciones de problemas adecuadas a los métodos asistidos por la tecnología, como análisis de datos, modelos abstractos y pensamiento algorítmico para explorar y encontrar soluciones.</li> <li>• 5b: los estudiantes recopilan datos o identifican conjuntos de datos relevantes, usan herramientas digitales para analizarlos y representan datos de varias maneras para facilitar la resolución de problemas y la toma de decisiones.</li> </ul> <p>Colaborador mundial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7b: los estudiantes utilizan las tecnologías de colaboración para trabajar con otros, incluidos compañeros, expertos o miembros de la comunidad, para examinar cuestiones y problemas desde múltiples puntos de vista.</li> </ul>
Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MP.2: razonar de forma abstracta y cuantitativa.</li> </ul>	<p><i>Estándares de contenido</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7.EE.B.3: resolver problemas matemáticos y de la vida real de varios pasos planteados con números racionales positivos y negativos de cualquier forma, utilizando herramientas de forma estratégica. Aplicar las propiedades de las operaciones para calcular con números en cualquier forma, convertir entre formas según corresponda, y evaluar la razonabilidad de las respuestas utilizando estrategias de estimación y cálculo mental.</li> </ul>

#### Preparación del desafío

Nota: asegúrese de planificar el tiempo para encontrar tutoriales y aprender más sobre la programación por bloques. Antes de esta lección, los estudiantes deben tener conocimientos de programación por bloques básica. Enlaces de ejemplo: <https://edu.Sphero.com/cwists/preview/21499x> and <https://code.org/>

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas del educador y el Folleto para el estudiante para familiarizarse con la actividad.
- Familiarícese con el sitio web de desastres del Programa de Ciencias Aplicadas de la División de Ciencias de la Tierra de la NASA: <https://disasters.nasa.gov/>
- Si es necesario, repase los conceptos con los alumnos antes del reto (por ejemplo, las leyes de Newton y el cálculo del promedio o la media).

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

- Divida a los estudiantes en equipos mientras dure el desafío.
- Haga copias de todas las hojas de trabajo de los estudiantes para cada equipo.
- Determine si los estudiantes utilizarán la programación por bloques o JavaScript (Oracle America, Inc.) para programar.
- Prepare el NAS (curso de desafío) antes del comienzo de la lección haciendo lo siguiente:
  - Comience con un espacio grande y vacío.
  - Cree un laberinto del NAS utilizando cinta de pintor, tubos de cloruro de polivinilo (PVC) o cualquier otro material disponible.
  - Agregue desafíos para que los estudiantes los completen (por ejemplo, un círculo dentro del NAS donde los vehículos se detienen durante 10 segundos para replicar una recarga de batería).
  - Agregue obstáculos para que los estudiantes los eviten (por ejemplo, un edificio creado con bloques dentro del NAS).

### Materiales (por equipo a menos que se indique lo contrario)

- Robot esférico programable como una bola robótica Sphero® (Sphero, Inc.) (cualquier tamaño)  
Nota: un robot esférico es el que mejor simula el movimiento de un UAV gracias a su capacidad de 360°.
- Tableta con una aplicación de robot esférico como Sphero Edu® (Sphero, Inc.)
- Cinta o flotadores para las paredes del laberinto del NAS (por grupo)  
Nota: se puede crear un laberinto más permanente con un tubo de PVC o un material similar.
- Opcional: artículos variados para obstáculos y metas (por grupo)

### Presente el desafío

Utilice la siguiente historia de desafío para los estudiantes, o cree una historia basada en los desafíos de la comunidad local.

En algún momento del futuro... Un desprendimiento de tierra en la base de una montaña ha bloqueado el único punto de acceso entre un pequeño pueblo y el hospital que se encuentra a 50 millas de distancia. Debido al bloqueo de la carretera, los suministros médicos que se envían cada martes al médico del pequeño pueblo no pueden ser entregados. Sin embargo, el hospital acaba de recibir un UAV de transporte médico y se ha ofrecido a llevar suministros críticos al médico hasta que los socorristas puedan despejar el desprendimiento. Su reto es programar y navegar el UAV a través del Sistema Nacional del Espacio Aéreo (NAS) mientras evita los obstáculos para entregar los tan necesitados suministros médicos. Debe planificar su ruta a través del NAS antes del despegue para asegurar una entrega exitosa.

- Proporcione el contexto para el desafío utilizando la información en la sección Introducción y antecedentes proporcionada en la guía. Discuta los diferentes tipos de UAS y el trabajo que la NASA está haciendo para que el vuelo de UAS sea más seguro dentro del NAS.
- Muestre uno o varios de estos videos introductorios cuando el tiempo lo permita:
  - Hacer cielos seguros para aeronaves no tripuladas. <https://youtu.be/kDS-MoGVF1M>
  - Videos que muestran UAV en zonas de desastre:
    - Inundación por marea alta. <https://youtu.be/G-ZodfZ-mdU>

## Comparta con los estudiantes



### Estimulante cerebral

Desde hace más de 40 años, los vehículos aéreos no tripulados (UAV) forman parte de la flota de la NASA. Estos UAV van desde las versiones a escala real que funcionan con energía solar hasta las que utilizan motores o hélices eléctricas. Entre sus usos se encuentran la teledetección para estudios de ciencias de la Tierra, la obtención de imágenes hiperspectrales para la vigilancia de la agricultura, el seguimiento de tormentas severas y la utilización como plataformas de retransmisión de telecomunicaciones.

Obtenga más información en:

<https://www.nasa.gov/centers/armstrong/images/UAV/index.html>



### En el lugar

El Laboratorio de Operaciones de Tráfico Aéreo del Centro de Investigación Langley de la NASA proporciona capacidad de simulación de conceptos y procedimientos de gestión del tráfico aéreo. El sistema permite a los investigadores simular una variedad de situaciones de espacio aéreo y tráfico aéreo para evaluar nuevos conceptos en escenarios de alta densidad de tráfico.

Obtenga más información en:

<https://researchdirectoratelarc.nasa.gov/air-traffic-operations-lab-atol/>

- Inundaciones de Misisipi en 2011. <https://youtu.be/5ju1boh5bq8>
- La NASA estudia los daños causados por el huracán en los bosques de Puerto Rico. <https://youtu.be/HJAbGZsljJo>
- Asigne no más de cuatro estudiantes por equipo; lo ideal es dos estudiantes por equipo si se dispone de suficientes materiales y recursos. Informe a los estudiantes que trabajarán en los mismos equipos durante todo el desafío mientras diseñan una solución al problema.
- Explique los detalles del desafío, incluidos los criterios y las restricciones.

Criterios	Restricciones
Los equipos deben utilizar la bola robótica y la tableta proporcionadas para completar el desafío.	Los equipos no deben tocar ninguna pared del laberinto del NAS con su bola robótica.
Los equipos deben utilizar la programación por bloques o JavaScript para escribir la solución de su programa.	Los equipos no deben tocar su bola robótica después de que haya salido del punto de despegue.
Los equipos deben utilizar sus propios programas escritos de principio a fin para resolver el desafío.	Los equipos no deben golpear ningún obstáculo en el laberinto del NAS con su bola robótica.
Los equipos deben completar todos los desafíos del recorrido.	

- Explique los desafíos y obstáculos adicionales que se han creado para dificultar el recorrido (opcional).

Desafíos adicionales del recorrido	Obstáculos adicionales del recorrido

**Presente el desafío**

**? Preguntar**

- Responda a cualquier pregunta que tengan los equipos sobre el desafío o sus responsabilidades.

**💡 Imaginar**

- Permita que los estudiantes vean el curso y hagan una lluvia de ideas sobre cómo los ingenieros de la NASA resuelven problemas similares en el NAS.
- Pida a los estudiantes que hagan una lluvia de ideas sobre cómo funciona su bola robótica como un UAV.
- Pida a los estudiantes que hagan una lluvia de ideas sobre cómo un UAS podría resolver un problema de su vida cotidiana.

**✏️ Planificar**

- Haga que los equipos creen un plan sobre cómo completarán el desafío.
  - ¿Qué necesitan los equipos para completar sus códigos?
  - ¿En qué orden deben construirse sus códigos?
  - ¿Cuáles son algunos de los posibles obstáculos que los equipos pueden encontrar durante la codificación?
- Demuestre a los estudiantes cómo encontrar la distancia recorrida por rotación. Esta medición será importante para planificar cómo navegar el recorrido.

**🔧 Crear**

- Los equipos comenzarán a escribir sus códigos para navegar con su bola robótica por el laberinto del NAS cumpliendo todos los criterios y restricciones.

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

### Probar

- Los equipos pueden realizar una prueba beta de su programa en el laberinto del NAS durante el tiempo asignado, siempre que el tiempo lo permita.
- Una vez transcurrido todo el tiempo asignado, los equipos deben probar sus programas finales en el laberinto del NAS durante su prueba final. Sus resultados deben anotarse en la tabla de la prueba final que figura en el folleto para el estudiante.

### Mejorar

- Los equipos deben mejorar y modificar su programa después de cada prueba práctica. Recuerde a los estudiantes que deben registrar todas las mejoras y modificaciones del programa en su plan. Anime a los equipos a competir contra sí mismos por el tiempo.

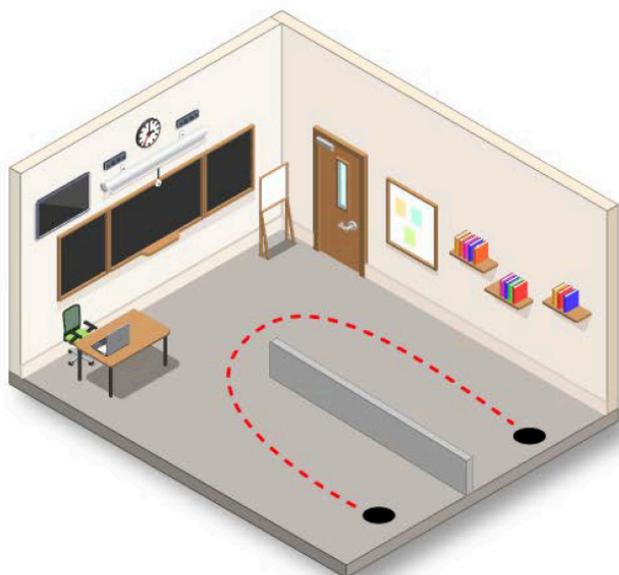
### Compartir

- Involucra a los estudiantes con las siguientes preguntas de discusión:
  - ¿Dónde se imagina que los UAS pueden ser útiles en su comunidad?
  - ¿Qué hay en su comunidad que esté programado para funcionar de forma autónoma (sin intervención humana)? (Ejemplo: semáforos)
  - ¿Cuál fue el mayor desafío al que se enfrentó su equipo al programar su bola robótica?
  - Si pudiera modificar su programa y volver a probarlo, ¿qué cambiaría?
- Al compartir con todo el grupo, los equipos pueden generar una forma creativa de presentar sus soluciones (por ejemplo, un reportaje, un podcast, una sala de exposiciones, un día para compartir, o permitir que otros equipos utilicen su solución de codificación detallada para ver si funciona para los robots de los otros equipos).

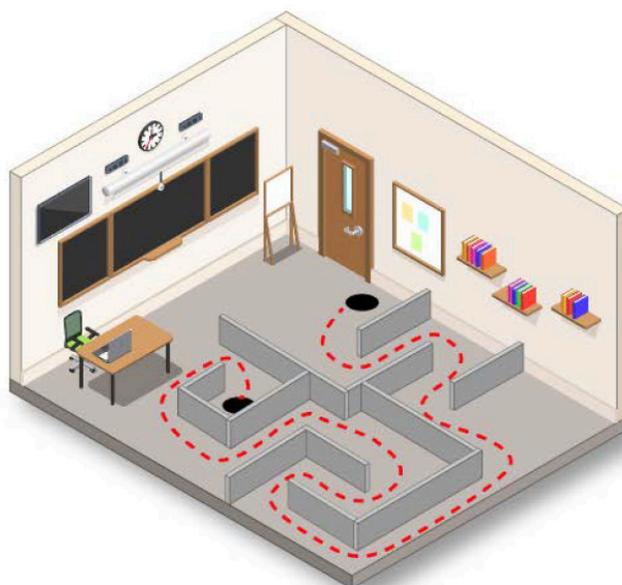
### Extensiones

- El sitio web de la NASA sobre catástrofes naturales puede ayudar a los estudiantes a establecer conexiones con el mundo real y la comunidad. <https://disasters.nasa.gov/>
- Desafíe a los equipos a crear su propio laberinto del NAS para que otros equipos lo exploren.

### Ejemplos de recorridos



Ejemplo de un laberinto simple.



Ejemplo de un laberinto complejo.

## Actividad tres: Navega tu Zona

### Folleto para el estudiante

#### Su Desafío

Programa su robot esférico para navegar a través del Sistema Nacional del Espacio Aéreo (NAS) (laberinto) sin golpear ningún obstáculo.

Criterios	Restricciones
Los equipos deben utilizar la bola robótica y la tableta proporcionadas para completar el desafío.	Los equipos no deben tocar ninguna pared del laberinto del NAS con su bola robótica.
Los equipos deben utilizar la programación por bloques o JavaScript para escribir la solución de su programa.	Los equipos no deben tocar su bola robótica después de que haya salido del punto de despegue.
Los equipos deben utilizar sus propios programas escritos de principio a fin para resolver el desafío.	Los equipos no deben golpear ningún obstáculo en el laberinto del NAS con su bola robótica.
Los equipos deben completar todos los desafíos del recorrido.	

Desafíos y obstáculos adicionales (si los proporciona su profesor):

Desafíos adicionales del recorrido	Obstáculos adicionales del recorrido

#### ? Preguntar

Su reto es programar y navegar un vehículo aéreo no tripulado (UAV) a través del Sistema Nacional del Espacio Aéreo (NAS), evitando todos los obstáculos para entregar los suministros necesarios. Debe planificar su ruta a través del NAS antes del despegue para asegurar una entrega exitosa.

#### 💡 Imaginar

- ¿Cómo funciona una bola robótica como un UAV del mundo real?
- ¿En qué se parece su desafío de navegar por el laberinto del NAS a un problema que los ingenieros de la NASA podrían resolver en el mundo real?
- ¿Cómo podría el uso de un UAS resolver un problema en su vida diaria?

#### ✏️ Planificar

- Haga un plan sobre cómo programará su bola robótica para que recorra el laberinto del NAS.
  - ¿En qué orden deberá programar su bola robótica para completar los desafíos?
  - ¿Cómo se asegurará de que su bola robótica evite los obstáculos?
- Determine la distancia recorrida por su bola robótica durante una rotación. Esta medición será importante para planificar cómo navegar el recorrido.

#### 📺 Dato curioso

El Sistema Nacional del Espacio Aéreo (NAS) es como el sistema de transporte por carretera. En lugar de las carreteras, los vehículos y los usuarios de las mismas, el NAS incluye todo el espacio aéreo estadounidense, las instalaciones de navegación, las aeronaves y los aeropuertos, junto con todos los servicios, normas, reglamentos, políticas, procedimientos, personal y equipos. En el NAS, más de 45 000 vuelos despegan y aterrizan de forma segura cada día, lo que supone un total de más de 16 millones de vuelos al año.

Obtenga más información en:  
<https://youtu.be/gK2jDwPrDTA>

#### 🎓 Esquina profesional

Katharine Lee es la subdirectora de la División de Sistemas de Aviación del Centro de Investigación Ames de la NASA. La primera vez que trabajó en Ames fue como estudiante practicante.

Obtenga más información sobre su viaje a la NASA:  
[https://aviationsystems.arc.nasa.gov/about/bios/lee\\_katharine.shtml](https://aviationsystems.arc.nasa.gov/about/bios/lee_katharine.shtml)



## Sistemas de aeronaves no tripuladas

- Utilice una tabla como la que se muestra a continuación para trazar su plan de navegación por el laberinto del NAS.

Paso	Descripción	Plan
1	Camino recto de 3 pies de largo	Utilice 1 bloque de movimiento - Gire 0° a velocidad "50" durante 10 s

### Crear

- Siguiendo su plan, escriba su código para programar su bola robótica para navegar a través del laberinto del NAS. Tenga en cuenta todos los criterios, restricciones, desafíos y obstáculos.

### Probar

- A lo largo del proceso de programación, asegúrese de realizar una prueba beta de su programa en el laberinto del NAS.
- Después de que haya pasado todo el tiempo asignado, pruebe su programa en el laberinto del NAS para la prueba final. Registre sus resultados en la Tabla de prueba final.

Tabla de prueba final		
Desafíos del recorrido completados (+1)		
Obstáculos del recorrido evitados (+1)		
Número de paredes del laberinto del NAS golpeadas (-1)		
¿Su bola robótica completó el recorrido?	Sí (+1)	No (0)
Tiempo (desempate)		
Puntaje final		

### Mejorar

A medida que su equipo mejore el código después de cada prueba beta, recuerde registrar todas las modificaciones del programa en su plan.

### Compartir

Comparta los resultados de su equipo con el grupo y responda a las siguientes preguntas de debate.

- ¿Dónde se imagina que los UAS pueden ser útiles en su comunidad?
- ¿Qué hay en su comunidad que esté programado para funcionar de forma autónoma (sin intervención humana)?
- ¿Cuál fue el mayor desafío al que se enfrentó su equipo al programar su bola robótica?
- Si pudiera modificar su programa y volver a probarlo, ¿qué cambiaría?

## Actividad cuatro: 3, 2, 1... ¡Almuerzo!

### Notas del educador

#### Objetivos de aprendizaje

Los estudiantes podrán hacer lo siguiente:

- Utilice un plano x-y para trazar pares de coordenadas.
- Determine la distancia entre puntos en un plano de coordenadas mediante el conteo, el uso de una regla o la aplicación del teorema de Pitágoras o la fórmula de distancia.
- Participe en el pensamiento computacional mientras explora los desafíos a los que se enfrentan los ingenieros de la NASA cuando programan sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS).

#### Descripción general del desafío

Los estudiantes participarán en un juego cooperativo con otros equipos para simular la navegación de un dron desde un punto de partida determinado hasta un punto final con la trayectoria de vuelo más corta mientras se evitan los obstáculos. El equipo que descubra la distancia más corta ganará el juego.

#### Tiempo sugerido

60 a 90 minutos

#### Estándares Nacionales STEM

Matemáticas (CCSS)	
<p><i>Estándares de contenido</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.NS.C.6: comprender un número racional como un punto en la recta numérica. Ampliar los diagramas de líneas numéricas y los ejes de coordenadas conocidos de grados anteriores para representar puntos en la línea y en el plano con coordenadas numéricas negativas.</li> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.NS.C.6.B: comprender los signos de los números en los pares ordenados como indicación de las ubicaciones en los cuadrantes del plano de coordenadas; reconocer que cuando dos pares ordenados difieren sólo por los signos, las ubicaciones de los puntos están relacionadas por las reflexiones a través de uno o ambos ejes.</li> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.6.NS.C.6.C: encontrar y colocar números enteros y otros números racionales en un diagrama numérico horizontal o vertical; encontrar y situar pares de números enteros y otros números racionales en un plano de coordenadas.</li> </ul>	<p><i>Estándares de contenido (continuación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCSS.MATH.CONTENT.8.G.B.8: Aplicar el teorema de Pitágoras para encontrar la distancia entre dos puntos en un sistema de coordenadas.</li> </ul> <p><i>Prácticas matemáticas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MP.1: dar sentido a los problemas y perseverar en resolverlos.</li> <li>• MP.2: razonar de forma abstracta y cuantitativa.</li> <li>• MP.4: demostrar con matemáticas.</li> <li>• MP.6: prestar atención a la precisión.</li> </ul>

#### Preparación del desafío

- Lea la sección Introducción y antecedentes, las Notas del educador y el Folleto para el estudiante, la Hoja de trabajo para encontrar la distancia y las hojas de juego para familiarizarse con la actividad. Es útil tener una copia impresa del Folleto para el estudiante y de las hojas de juego, incluido el tablero de juego, mientras se leen las Notas del educador.
- Determine si los estudiantes jugarán individualmente o en equipos de dos. Se requiere un mínimo de dos equipos para jugar un partido, pero no hay un máximo. Evalúe los conocimientos previos antes de asignar los equipos.
- Utilice la diferenciación si es necesario para encontrar la distancia recorrida en el tablero de juego. Los estudiantes pueden contar cuadrados, medir la distancia con una regla métrica a la décima de centímetro más cercana, o aplicar el teorema de Pitágoras o la fórmula de distancia. Los estudiantes pueden “subir de nivel” a medida que avanzan en el curso escolar y aprenden nuevas técnicas para encontrar la distancia.
- Haga copias del folleto para el estudiante, de la hoja de trabajo para encontrar la distancia y de las hojas de juego.

#### Materiales

- Folleto para el estudiante
- Hoja de trabajo para encontrar la distancia
- Hojas de juego
  - Preparación del tablero de juego, incluyendo el tablero, las piezas del juego, la mesa y el rastreador
  - Dado imprimible, ruleta, monedas y reglas (según sea necesario)
  - Juego de extensión de encuentros
  - Juego de extensión de la variable temporal

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

- Papel cuadriculado (1/2 cm) o tablero de juego impreso
- Tijeras
- Cinta
- Lápiz
- Dados de 6 caras, dados imprimibles, ruleta imprimible, o utilice un sitio web de lanzamiento de dados virtual
- Moneda de dos caras, moneda imprimible, o utilice un sitio web de lanzamiento de moneda virtual
- Regla métrica (opcional)
- Calculadora (opcional)
- Rotuladores de borrado en seco (opcional si se plastifican los tableros de juego)

### Seguridad

- Supervisar a los estudiantes cuando utilicen las tijeras para cortar formas.

### Presente el desafío

- Proporcione el contexto para el desafío utilizando la información en la sección Introducción y antecedentes proporcionada en la guía. Defina los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) y discuta el trabajo que está haciendo la NASA para hacer más seguros los vuelos con UAS. Asegúrese de que los estudiantes entienden la diferencia entre UAS y vehículos aéreos no tripulados (UAV) antes de avanzar. Ambos términos se utilizarán a lo largo de esta actividad.
- Introduzca el concepto de movilidad aérea avanzada (AAM) a los estudiantes con el video de la NASA, “¿Qué es AAM?” <https://youtu.be/Vu1VWEvgd24>
- Discuta los desafíos de la gestión y navegación del Sistema Nacional del Espacio Aéreo (NAS) y discuta cómo los pilotos de UAS podrían elegir sus rutas de vuelo. ¿Qué cuestiones de seguridad deben tener en cuenta los ingenieros y los pilotos cuando vuelan los UAV por el espacio aéreo nacional?
- Informe a los estudiantes de que van a jugar un juego cooperativo con sus compañeros.
- Antes de compartir el siguiente escenario, explique que el objetivo del juego es navegar un UAV desde el despegue, hasta los puntos de referencia, hasta el destino y de vuelta a la posición de partida, todo ello mientras se recorre la distancia más corta en el tablero.
- Comparta el siguiente escenario:

Imagine su comunidad en el futuro, cuando los vehículos voladores autónomos realicen rutinariamente estudios del terreno, presten servicios de entrega y hagan sus recados. Está sentado en la clase antes del almuerzo y se da cuenta de que, al salir a toda prisa por la puerta esta mañana, ha olvidado su almuerzo y el proyecto de ciencias que debe entregar hoy. Resulta que tiene un UAV personal en casa que puede llevar su proyecto a la escuela. También recuerda que la cafetería local sirve su comida favorita hoy, así que puede hacer que su UAV se detenga para tomar el almuerzo en el camino. Desafortunadamente, su UAV tiene limitaciones de altitud, por lo que debe volar alrededor de ciertos obstáculos (por ejemplo, edificios, árboles altos y torres). Su misión consiste en conducir su aeronave de forma segura desde su casa, a la cafetería, a la escuela y de vuelta a casa, evitando estos obstáculos. Necesita llevar el UAV allí rápidamente o podría perderse el almuerzo.
- Discuta los criterios y restricciones para el juego.

## Comparta con los estudiantes



### Estimulante cerebral

Durante más de 25 años, la NASA ha llevado a cabo investigaciones sobre sistemas de gestión del tráfico aéreo en colaboración con la Administración Federal de Aviación (FAA), proporcionando una serie de herramientas informáticas que ayudan a mejorar la eficiencia de los vuelos, reducir los retrasos y disminuir el uso de combustible y las emisiones, todo ello manteniendo la seguridad en unos cielos cada vez más saturados.

Obtenga más información en: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/utm-factsheet-09-06-16.pdf>



### En el lugar

El Centro de Investigación Ames de la NASA, en Silicon Valley de California, está creando una plataforma de investigación que ayudará a gestionar un gran número de drones que vuelan a baja altura junto con otros usuarios del espacio aéreo. Conocida como gestión del tráfico de UAS, o UTM, el objetivo de la plataforma es crear un sistema que pueda integrar los drones de forma segura y eficiente en el tráfico aéreo que ya vuela en el espacio aéreo de baja altitud.

Más información: <https://www.nasa.gov/ames/utm/>

Criterios	Restricciones
1 a 2 jugadores por equipo.	Las piezas del juego no pueden "colgar" del tablero de juego.
Mínimo de 2 equipos, sin número máximo de equipos.	Las piezas del juego no pueden superponerse.
Cada equipo utilizará su propio tablero de juego.	El UAV no puede volar sobre o a través de las piezas del juego (obstáculos).
Los equipos opuestos deben tener la misma configuración de tablero de juego.	El camino de casa a la escuela no puede estar completamente bloqueado por obstáculos.
Al visitar una pieza del juego para una tarea, el UAV debe aterrizar en la esquina de la cuadrícula más cercana a la estrella.	Por seguridad, el UAV no puede viajar dentro del espacio de 1 unidad de las piezas del juego (ver ejemplos) a menos que se esté acercando a la estrella para una tarea.
El UAV debe girar en las esquinas de la cuadrícula para que todas las coordenadas x e y sean números enteros.	Una vez que se haya completado la configuración del juego, los equipos no pueden mirar los tableros de juego de los otros equipos hasta que haya terminado todo el juego.

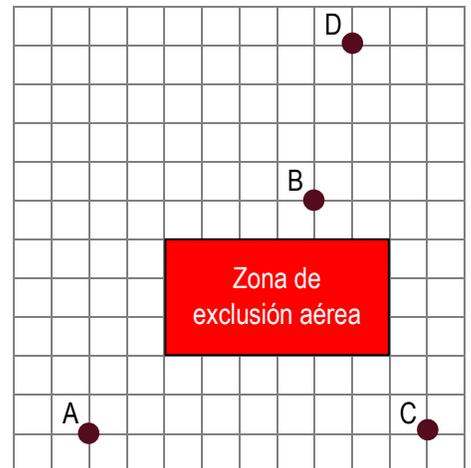


Ejemplos que muestran la trayectoria de vuelo del UAV girando en las esquinas de la cuadrícula y manteniéndose al menos a 1 unidad de distancia de la pieza de juego (obstáculo).

### Presente el desafío

#### ? Identificar el problema

- Pida a los estudiantes que vuelvan a plantear el problema con sus propias palabras.
- Para ayudar a los estudiantes a visualizar el desafío, trace cuatro puntos al azar en un tablero de juego de muestra con un obstáculo o una pieza de juego de "zona de exclusión aérea". Véase el ejemplo de la derecha.
- Etiquete los puntos (A, B, C, D). Pida a los estudiantes que hagan una lluvia de ideas sobre las formas en que pueden evitar el obstáculo cuando se mueven entre dos puntos (por ejemplo, de A a B). ¿Cómo determinan la ruta más segura y corta?
- Pida a los estudiantes que discutan qué camino sería el más corto si tuvieran que conectar los cuatro puntos en cualquier orden mientras evitan el obstáculo, o la pieza del juego.
- Si es necesario, repase con los estudiantes el método seleccionado para encontrar la distancia antes de jugar el juego.



#### 🔍 Explorar los conocimientos y las incógnitas

- Responda a las preguntas que puedan tener los estudiantes para asegurarse de que todos los equipos entienden lo siguiente:
  - Los materiales necesarios para el juego.
  - Las reglas del juego (criterios y restricciones).
  - El método para hallar la distancia (utilice la hoja de trabajo para encontrar la distancia para ver ejemplos de conteo, medición con regla, y aplicar el teorema de Pitágoras y la fórmula de distancia)

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

- Los pasos para preparar el tablero de juego (utilice la hoja de preparación del tablero de juego para ayudar a los equipos a colocar las piezas de juego en la preparación del juego)
- Esté preparado para proporcionar ejemplos adicionales o realizar un simulacro de juego, incluyendo configurar el tablero de juego, completar el registro del juego y encontrar la distancia.

### Generar posibles soluciones

- Antes de comenzar el juego, asegúrese de lo siguiente
  - Todos los equipos están listos.
  - El tablero de juego está preparado (uno por equipo; tableros de juego idénticos para los equipos contrarios).
- Recuerde a los estudiantes el objetivo del juego y las reglas del mismo.
  - **Objetivo:** Cada equipo debe encontrar el camino más corto para volar el UAV desde su casa hacia la cafetería, la escuela y de vuelta a casa.
  - El ganador es el equipo con la menor distancia al final del juego.
  - El UAV puede moverse horizontal, vertical y diagonalmente (a menos que se utilice el método de conteo) en el tablero de juego.
  - Durante el juego, cada equipo registrará los datos en su registro del juego.
  - El UAV debe permanecer al menos a una unidad de distancia de los obstáculos.
  - Al visitar una pieza del juego, el UAV debe aterrizar en la esquina más cercana a la estrella.
  - El UAV no puede volar por encima de los obstáculos.
  - Los equipos deben documentar el trabajo, incluidos los cálculos, los datos en la tabla del registro del juego y la trayectoria de vuelo en el tablero de juego.
- ¡Que empiecen los juegos!

### Considerar las consecuencias

- En este paso, los equipos habrán pensado en las posibles soluciones y ahora deben hacer los cálculos para determinar las distancias de cada ruta potencial.
- Utilizando los datos de la tabla del registro del juego, los equipos calcularán la distancia de cada giro o segmento de línea y luego hallarán la distancia total recorrida.
- Cada equipo debe compartir su documentación con un equipo contrario al final del juego para verificar el trabajo. Los errores deben corregirse antes de determinar un ganador. El educador puede tener que intervenir si hay discrepancias.
- Todos los equipos enfrentados compararán sus distancias totales recorridas. El equipo con el camino total más corto gana el juego.

### Presentar los hallazgos

- Involucre a los estudiantes con las siguientes preguntas de discusión:
  - ¿Cuál fue el mayor desafío al que se enfrentó durante la navegación de su UAV?
  - Si pudiera volver a jugar, ¿qué movimientos haría de forma diferente?
  - ¿Cómo influyeron sus distancias calculadas en las decisiones que tomó durante el juego?
  - Según lo aprendido en el juego, ¿qué podría crear para hacer más seguro el vuelo de los UAS si fuera ingeniero de la NASA?
  - Teniendo en cuenta el escenario, haga una lluvia de ideas sobre cómo los ingenieros de la NASA resuelven problemas similares en el NAS. ¿Cómo podrían los ingenieros de la NASA asegurarse de que los UAV se alejan de los obstáculos?
  - Piense en su propia comunidad. ¿Qué obstáculos encontraría su UAV al volar entre su casa y su escuela?

## Extensiones

Una vez que los estudiantes hayan dominado el juego básico, pueden desafiarse a sí mismos con una o más extensiones y variaciones.

- Juego de extensión de encuentros: los encuentros son eventos aleatorios que pueden afectar a la trayectoria de vuelo planificada (por ejemplo, nuevos obstáculos, desvíos inesperados o penalizaciones). Durante el juego de extensión de encuentros, los equipos tendrán que replantearse su plan después de cada turno, ya que estos encuentros jugarán a favor o en contra de su estrategia. Los encuentros se determinarán por el lanzamiento de un dado.
- Juego de extensión de tiempo variable: Este juego desafía a los estudiantes a utilizar la fórmula de la velocidad y la distancia para determinar la cantidad de tiempo que tarda un vehículo aéreo no tripulado en viajar entre lugares. Las “zonas de velocidad” aleatorias variarán la cantidad de tiempo que se necesita para navegar por las diferentes áreas del tablero de juego. Los equipos deben elaborar una estrategia con los pros y los contras para planificar la ruta más rápida posible.
- Extensiones y variaciones adicionales:
  - Pida a los estudiantes que creen su propio escenario para el juego.
  - Pida a los estudiantes que creen sus propios tableros de juego de diferentes tamaños para un desafío adicional.
  - Agregue una restricción para resolver la tarea utilizando el menor número de vueltas.
  - Exija a los equipos que encuentren la distancia más corta mientras se detienen en cada pieza del juego.
  - Realice el juego en clase en una cuadrícula de tamaño natural con un alumno que represente al UAV. Incluya objetos a evitar en la cuadrícula. La clase trabajará conjuntamente para determinar el camino más corto y calcular o medir la distancia.
  - Realice el juego en un grupo grande. Divida a todo el grupo en dos equipos. Este método requiere una mayor participación del educador, pero puede ayudar a los estudiantes a entender las reglas antes de jugar de forma independiente.
  - Utilizando un lenguaje de programación basado en bloques (por ejemplo, Scratch o Snap!), haga que los estudiantes creen un tablero virtual para jugar al juego.

## Actividad cuatro: 3, 2, 1... ¡Almuerzo!

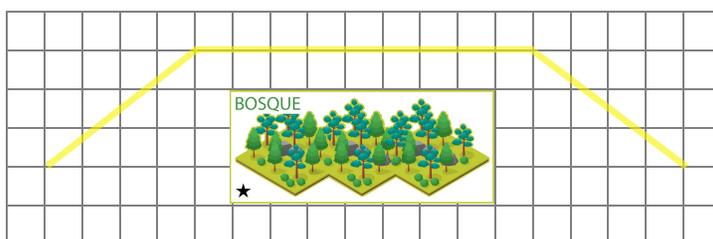
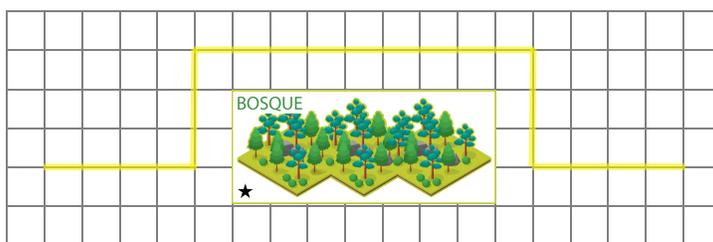
### Folleto para el estudiante

#### Su Desafío

Participará en un juego cooperativo con otros equipos para simular la navegación de un dron desde un punto de partida determinado hasta un punto final con la trayectoria de vuelo más corta mientras se evitan los obstáculos. El equipo que descubra la distancia más corta ganará el juego.

**Escenario:** Imagine su comunidad en el futuro, cuando los vehículos voladores autónomos realicen rutinariamente estudios del terreno, presten servicios de entrega y hagan sus recados. Está sentado en la clase antes del almuerzo y se da cuenta de que, al salir a toda prisa por la puerta esta mañana, ha olvidado su almuerzo y el proyecto de ciencias que debe entregar hoy. Resulta que tiene un vehículo aéreo no tripulado (UAV) personal en casa que puede llevar su proyecto a la escuela. También recuerda que la cafetería local sirve su comida favorita hoy, así que puede hacer que su UAV se detenga para tomar el almuerzo en el camino. Desafortunadamente, su UAV tiene limitaciones de altitud, por lo que debe volar alrededor de ciertos obstáculos (por ejemplo, edificios, árboles altos y torres). Su misión consiste en conducir su aeronave de forma segura desde su casa, a la cafetería, a la escuela y de vuelta a casa, evitando estos obstáculos. Necesita llevar el UAV allí rápidamente o podría perderse el almuerzo.

Criterios	Restricciones
1 a 2 jugadores por equipo.	Las piezas del juego no pueden "colgar" del tablero de juego.
Mínimo de 2 equipos, sin número máximo de equipos.	Las piezas del juego no pueden superponerse.
Cada equipo utilizará su propio tablero de juego.	El UAV no puede volar sobre o a través de las piezas del juego (obstáculos).
Los equipos opuestos deben tener la misma configuración de tablero de juego.	El camino de casa a la escuela no puede estar completamente bloqueado por obstáculos.
Al visitar una pieza del juego para una tarea, el UAV debe aterrizar en la esquina de la cuadrícula más cercana a la estrella.	Por seguridad, el UAV no puede viajar dentro del espacio de 1 unidad de las piezas del juego (ver ejemplos), a menos que se esté acercando a la estrella para una tarea.
El UAV debe girar en las esquinas de la cuadrícula para que todas las coordenadas x e y sean números enteros.	Una vez que se haya completado la configuración del juego, los equipos no pueden mirar los tableros de juego de los otros equipos hasta que haya terminado todo el juego.



Ejemplos que muestran la trayectoria de vuelo del UAV a una distancia mínima de 1 unidad de la pieza del juego (obstáculo).

#### Dato curioso

Los investigadores del Centro de Investigación Langley de la NASA, en Hampton (Virginia), han desarrollado una tecnología de red de seguridad garantizada para sistemas de aeronaves no tripuladas llamada "Safeguard". Safeguard debería aliviar los peligros de las aeronaves no tripuladas que vuelan más allá de sus perímetros autorizados y en zonas de exclusión aérea. El sistema lo hace con el uso de geocercas como una valla invisible para perros.

Más información:  
<https://www.nasa.gov/langley/business/feature/nasa-langley-safeguard-system-for-uavs-aims-to-take-flight>



#### Esquina profesional

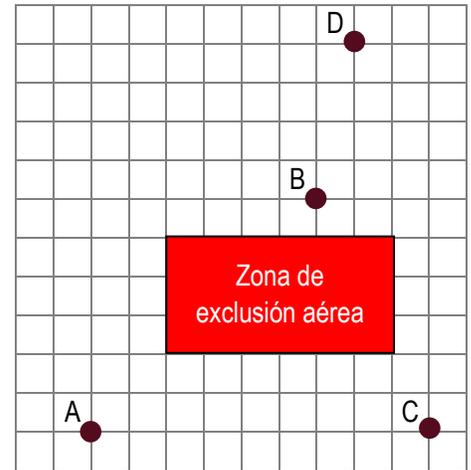
César A. Muñoz trabaja en el desarrollo de tecnologías de métodos formales para los proyectos Sistemas de tráfico aéreo de próxima generación de la NASA, Validación y verificación de sistemas críticos de Vuelo, Integración de sistemas de aeronaves no tripuladas en el Sistema Nacional del Espacio Aéreo y Proyectos de operaciones de sistemas autónomos seguros.



Más información:  
<https://shemesh.larc.nasa.gov/people/cam/>

## ? Identificar el problema

- ¿Cuál es el problema que se intenta resolver en este escenario?
- ¿Qué preguntas tiene sobre este problema?
- Haga una lluvia de ideas sobre cómo desplazarse del punto A al punto B sin tocar el área de la “zona de exclusión aérea”. ¿Cuál es la ruta más corta de A a B?
- ¿Cuál es el camino más corto que conectaría los cuatro puntos (en cualquier orden) evitando el área de “zona de exclusión aérea”?
- Su profesor le asignará un equipo, determinará el equipo o equipos contrarios e identificará el método que utilizará su equipo para hallar la distancia entre dos puntos de la gráfica.
  - Conteo
  - Medición con una regla métrica
  - Teorema de Pitágoras
  - Fórmula de distancia



## 🔍 Explorar los conocimientos y las incógnitas

- Como equipo, repase cada uno de los siguientes:
  - Los materiales necesarios para el juego.
  - Las reglas del juego (criterios y restricciones).
  - El método para encontrar la distancia (asignado por su maestro)
  - Los pasos para configurar el tablero de juego (consulte la hoja de trabajo Configuración del tablero de juego para prepararse para el juego)
- ¿Qué preguntas tiene para su profesor?
- Trabaje con el (los) equipo(s) contrario(s) para preparar el tablero de juego.

## ⚠ Seguridad

- Recuerde tener cuidado y permanecer sentado cuando use tijeras.

## ✏ Generar posibles soluciones

- Antes de empezar el juego, compruebe que el tablero de su equipo es idéntico al del equipo o equipos contrarios, incluyendo la colocación y orientación de todas las piezas del juego.
- Recuerde el objetivo del juego y las reglas del mismo.
  - **Objetivo:** Debe encontrar el camino más corto para volar el UAV desde su casa hacia la cafetería, la escuela y de vuelta a casa.
  - El ganador es el equipo con la menor distancia al final del juego.
  - El UAV puede moverse horizontal, vertical y diagonalmente (a menos que se utilice el método de conteo) en el tablero de juego.
  - Durante el juego, cada equipo registrará los datos en su registro del juego.
  - El UAV debe permanecer al menos a una unidad de distancia de los obstáculos.
  - Al visitar una pieza del juego, el UAV debe aterrizar en la esquina más cercana a la estrella.
  - El UAV no puede volar por encima de los obstáculos.
  - Los equipos deben documentar su trabajo, incluidos los cálculos, los datos en la tabla del registro del juego y la trayectoria de vuelo en el tablero de juego.

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

- ¡Que empiecen los juegos!

### ?? Considerar las consecuencias

- En este paso, habrá pensado en las posibles soluciones y ahora debe hacer los cálculos para determinar las distancias de cada ruta potencial.
- Utilizando los datos de la tabla del registro del juego, encuentre la distancia de cada giro o segmento de línea y luego halle la distancia total recorrida.
- Después de terminar el juego, comparta su trabajo con un equipo contrario para cotejar su trabajo. Esto incluye la tabla del registro del juego, cualquier cálculo y la ruta de vuelo en el tablero de juego. Los errores deben corregirse antes de determinar un ganador. Es posible que su profesor tenga que intervenir si hay alguna discrepancia.
- Compare su distancia total final recorrida con la del (de los) equipo(s) contrario(s). El equipo con el camino total más corto gana el juego.



### Presentar los hallazgos

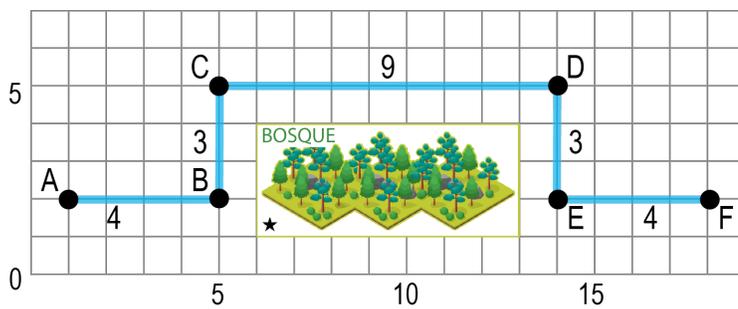
- Discuta las siguientes preguntas dentro de su equipo y con todo el grupo:
  - ¿Cuál fue el mayor desafío al que se enfrentó durante la navegación de su UAV?
  - Si pudiera volver a jugar, ¿qué movimientos haría de forma diferente?
  - ¿Cómo influyeron sus distancias calculadas en las decisiones que tomó durante el juego?
  - Según lo aprendido en el juego, ¿qué podría crear para hacer más seguro el vuelo de los UAS si fuera ingeniero de la NASA?
  - Teniendo en cuenta el escenario, haga una lluvia de ideas sobre cómo los ingenieros de la NASA resuelven problemas similares en el NAS. ¿Cómo se aseguran los ingenieros de que los UAV se mantengan alejados de los obstáculos?
  - Piense en su propia comunidad. ¿Qué obstáculos encontraría su UAV al volar entre su casa y su escuela?

## Encontrar la distancia

A medida que los equipos elaboran estrategias para recorrer la distancia más corta en el tablero de juego, registrarán las posiciones inicial y final y la longitud de **cada** segmento de línea en el registro del juego y luego calcularán la suma para determinar la distancia total recorrida. A continuación se presentan ejemplos de los diferentes métodos para hallar la longitud de un segmento de recta.

### Conteo

Para simplificar las matemáticas en este método, supongamos que el UAV no tiene la última actualización de software y solo puede moverse horizontal o verticalmente en el tablero de juego (aunque puede dar tantas vueltas como sea necesario). Cuente las unidades en cada segmento de línea y registre los datos en la columna Distancia.

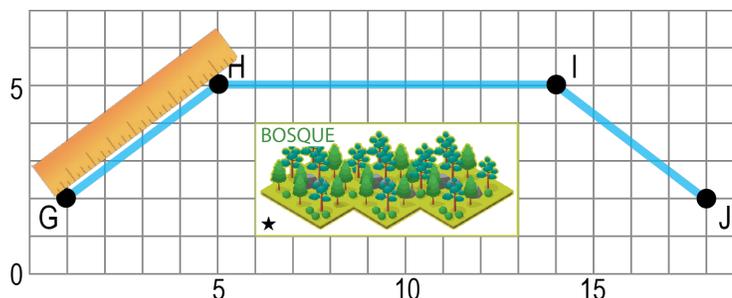


Registro del juego

Segmento de línea	Posición inicial, (x, y)	Posición final, (x, y)	Distancia, unidades
AB	(1,2)	(5,2)	4
BC	(5,2)	(5,5)	3
CD	(5,5)	(14,5)	9
DE	(14,5)	(14,2)	3
EF	(14,2)	(18,2)	4
<b>Distancia total</b>			<b>23</b>

### Uso de una regla

Mida los segmentos de la línea en centímetros hasta la décima más cercana y registre los datos en la columna Distancia.



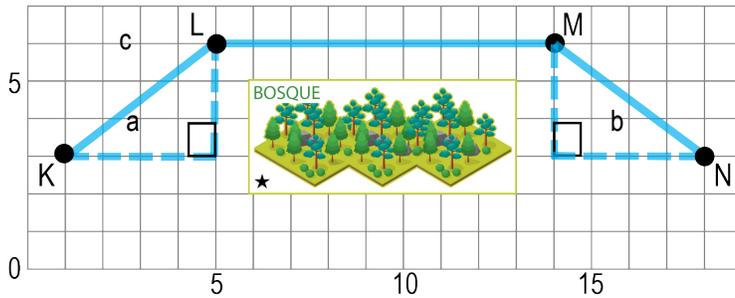
Registro del juego

Segmento de línea	Posición inicial, (x, y)	Posición final, (x, y)	Distancia, cm*
GH	(1,2)	(5,5)	2.5
HI	(5,5)	(14,5)	4.5
IJ	(14,5)	(18,2)	2.5
<b>Distancia total</b>			<b>9.5</b>

\*Nota: la distancia medida con la regla puede compararse con los otros tres métodos para encontrar la distancia utilizando la escala de 1 unidad = 0.5 cm, por lo que 9.5 cm equivalen a 19 unidades.

## Teorema de Pitágoras

La longitud de segmentos de líneas horizontales o verticales restando las coordenadas x o y correspondientes. El teorema de Pitágoras se puede aplicar para encontrar la longitud de cualquier segmento de línea diagonal. Puede ser útil dibujar un triángulo rectángulo en la cuadrícula para visualizar los catetos perpendiculares del triángulo que se utilizan para calcular la hipotenusa (o el lado opuesto al ángulo recto). Aplique el teorema de Pitágoras mostrando todo el trabajo y redondee a la décima más cercana. Registre los datos en la columna Distancia.



Registro del juego

Segmento de línea	Posición inicial, (x, y)	Posición final, (x, y)	Distancia, unidades
KL	(1,3)	(5,6)	5
LM	(5,6)	(14,6)	9
MN	(14,6)	(18,3)	5
<b>Distancia total</b>			19

Teorema de Pitágoras;  $a^2 + b^2 = c^2$

$$4^2 + 3^2 = c^2$$

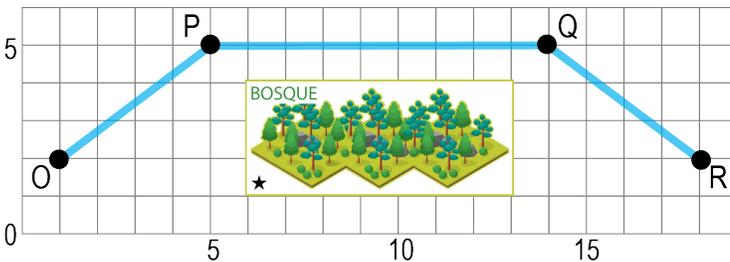
$$16 + 9 = c^2$$

$$25 = c^2$$

$$5 = c$$

## Fórmula de distancia

Para cada segmento de línea, utilice la fórmula de distancia para encontrar la longitud del segmento de línea. Muestre todo el trabajo y redondee a la décima más cercana. Registre los datos en la columna Distancia.



Registro del juego

Segmento de línea	Posición inicial, (x, y)	Posición final, (x, y)	Distancia, unidades
OP	(1,2)	(5,5)	5
PQ	(5,5)	(14,5)	9
QR	(14,5)	(18,2)	5
<b>Distancia total</b>			19

Fórmula de distancia:  $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

$$\text{Distancia OP} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$= \sqrt{(5 - 1)^2 + (5 - 2)^2}$$

$$= \sqrt{(4)^2 + (3)^2}$$

$$= \sqrt{16 + 9}$$

$$= \sqrt{25}$$

$$= 5$$

$$\text{Distancia QR} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$= \sqrt{(14 - 5)^2 + (5 - 5)^2}$$

$$= \sqrt{(9)^2 + (0)^2}$$

$$= \sqrt{81 + 0}$$

$$= \sqrt{81}$$

$$= 9$$

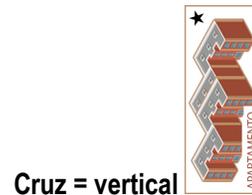
## Configuración del tablero de juego

- Para cada pieza del juego, se proporciona la coordenada x y también la coordenada y para la Casa y la Escuela. Para encontrar la -coordenada y de las piezas de juego restantes, tire dos dados de 6 caras (o un dado dos veces), multiplique los dos valores y anote ese número en la columna de coordenadas y de la Tabla de configuración del tablero de juego. Repita este proceso para todas las piezas del juego. Los equipos pueden turnarse para lanzar cada pieza del juego.

### Tabla de configuración del tablero de juego

Piezas del juego	Coordenada x	Coordenada y	Dirección
Casa	0	0	--
Edificio de apartamentos	1		
Hospital	6		
Cena (parada para comer)	11		
Área forestal	17		
Centro comercial	24		
Antena de telefonía	27		
Escuela	30	36	--

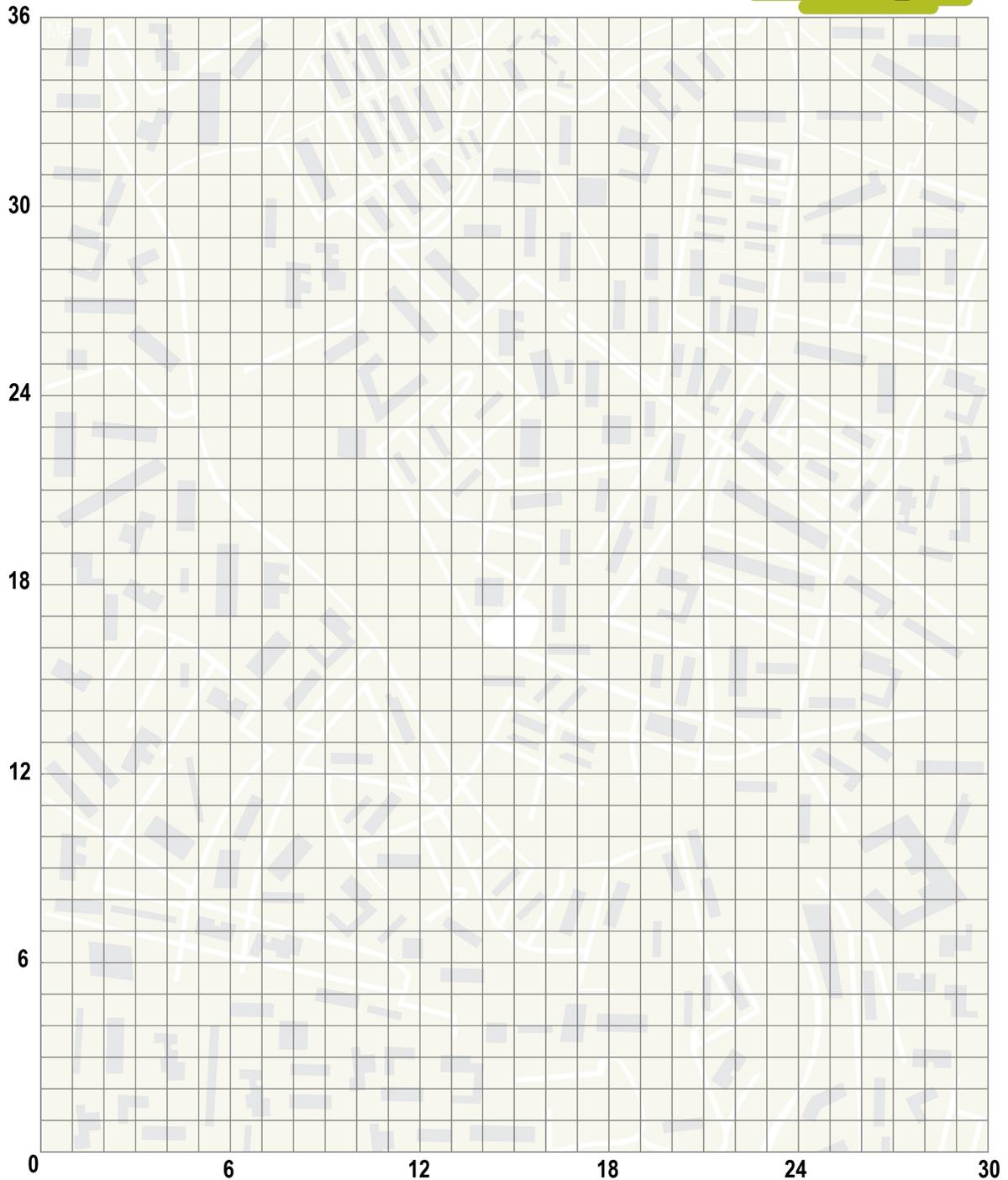
- Para determinar si la pieza del juego se colocará en orientación vertical u horizontal, lanza una moneda. Si la moneda sale cara, la pieza del juego se coloca en posición horizontal. Si la moneda sale cruz, la pieza del juego se coloca en posición vertical. Registre esta información en la columna Dirección de la Tabla de configuración del tablero de juego. Los equipos pueden turnarse para lanzar la moneda por cada pieza del juego. Para las piezas cuadradas, la única diferencia será la ubicación de la estrella.



- Después de completar la Tabla de configuración del tablero de juego, los equipos opuestos trabajarán juntos para asegurarse de que sus tableros de juego son idénticos. Los equipos deben colocar cada pieza del juego en la posición correcta (coordenadas x e y) y la orientación (horizontal o vertical) según la tabla. Los equipos deben decidir juntos qué esquina de la pieza del juego se alineará con el par de coordenadas asociado.
- Consulte los criterios y las restricciones, si es necesario, durante la creación del tablero. Repita hasta que todos los obstáculos estén en el tablero.

Criterios	Restricciones
1 a 2 jugadores por equipo.	Las piezas del juego no pueden "colgar" del tablero de juego.
Mínimo de 2 equipos, sin número máximo de equipos.	Las piezas del juego no pueden superponerse.
Cada equipo utilizará su propio tablero de juego.	El UAV no puede volar sobre o a través de las piezas del juego (obstáculos).
Los equipos opuestos deben tener la misma configuración de tablero de juego.	El camino de casa a la escuela no puede estar completamente bloqueado por obstáculos.
Al visitar una pieza del juego para una tarea, el UAV debe aterrizar en la esquina de la cuadrícula más cercana a la estrella.	Por seguridad, el UAV no puede viajar dentro del espacio de 1 unidad de las piezas del juego, a menos que se esté acercando a la estrella para una tarea.
El UAV debe girar en las esquinas de la cuadrícula para que todas las coordenadas x e y sean números enteros.	Una vez que se haya completado la configuración del juego, los equipos no pueden mirar los tableros de juego de los otros equipos hasta que haya terminado todo el juego.

# Tablero de juego



## Piezas del juego

Recorte las piezas del juego (obstáculos) que aparecen a continuación para montar el tablero de juego.



### ! Seguridad

- Tenga cuidado y permanezca sentado cuando use tijeras.

## Registro del juego

Segmento de línea	Posición inicial, (x, y)	Posición final, (x, y)	Distancia, unidades o cm
1	(0,0)		
2			
3			
4			
...			
<b>Distancia total</b>			

Si es necesario, use su propio papel para crear un registro del juego con más filas.

## Juego de extensión de encuentros

los encuentros son eventos aleatorios que pueden afectar a la trayectoria de vuelo planificada (por ejemplo, nuevos obstáculos, desvíos inesperados o penalizaciones). Durante el juego de extensión de encuentros, los equipos tendrán que replantearse su plan después de cada turno, ya que estos encuentros jugarán a favor o en contra de su estrategia. Los encuentros se determinarán por el lanzamiento de un dado. El objetivo general sigue siendo el mismo. Cada equipo debe encontrar el camino más corto para volar el UAV desde su casa, a la cafetería, a la escuela, y de vuelta a casa de nuevo con los desafíos adicionales de los encuentros durante cada turno de juego.

- Utilice la Tabla de configuración del tablero de juego para configurar el tablero de juego tal y como lo haría en el juego básico (consulte las instrucciones en la hoja de Configuración del tablero de juego).

### Tabla de configuración del tablero de juego

Piezas del juego	Coordenada x	Coordenada y	Dirección
Casa	0	0	--
Edificio de apartamentos	1		
Hospital	6		
Cena (parada para comer)	11		
Área forestal	17		
Centro comercial	24		
Antena de telefonía	27		
Escuela	30	36	--

- Cada equipo elaborará una estrategia de manera independiente para encontrar el camino más corto para resolver el desafío básico del juego y lo dibujará ligeramente en su tablero de juego con un lápiz. A continuación, los equipos volverán a juntarse, manteniendo su estrategia oculta a los demás equipos.
- Luego, complete la Tabla de encuentros. Cada equipo elegirá tres encuentros de la lista de ideas de encuentros para añadirlos a la Tabla de encuentros. Si hay más de dos equipos compitiendo, el profesor determinará cómo se organiza la Tabla de Encuentros.

### Tabla de encuentros

Número en el dado	Instrucciones sobre cómo afectará el encuentro a su turno
1	
2	
3	
4	
5	
6	

- **Ideas de encuentro**
  - Penalización de juego: restar 3 de su puntaje total al final del juego.
  - Ventaja para el equipo: suma 2 al puntaje total de un oponente al final de la partida.

- Retraso en el equipo: haga que un oponente de su elección se detenga en su pieza del juego más cercana para recoger un paquete en su próximo turno.
  - Quedarse sin batería: su UAV debe volver a casa para recargarse (ir directamente a casa sin parar).
  - Desvío inesperado: mueva inmediatamente 2 espacios a la derecha o a la izquierda de su posición actual.
  - Parada inesperada: en su próximo turno, deténgase en la pieza del juego más cercana para recoger el regalo de cumpleaños de su amigo.
  - Se cayó un objeto: vuelva inmediatamente a su última posición para recuperar un objeto perdido.
  - Espacio aéreo restringido: el camino más corto hacia su próximo destino ha sido restringido temporalmente. Seleccione una nueva ruta y vuelva a intentarlo.
  - Obstáculo inesperado: una aeronave atravesó su trayectoria de vuelo, obligando a su UAV a detenerse antes de tiempo. Acorte el último segmento de línea en una unidad e indique la nueva posición final.
  - Cree su propio encuentro y defina el impacto.
- Durante el juego, los equipos se turnarán para registrar la posición inicial, la posición final y el impacto del encuentro en el registro del juego de encuentros. Las distancias se determinarán al finalizar el juego.
  - Un turno consistirá en que un equipo mueva su UAV un segmento de línea completo, lance un dado de 6 caras para determinar un impacto de Encuentro, e implemente el Encuentro. Si un encuentro cambia la posición del UAV, registre las nuevas coordenadas y vuelva a elaborar una estrategia para encontrar el camino más corto desde ese punto.
  - Los equipos alternarán sus turnos hasta que todos los equipos terminen el juego. Algunos equipos pueden requerir más turnos que otros.

## Registro del juego de encuentros

Segmento de línea	Posición inicial, (x, y)	Posición final, (x, y)	Distancia, unidades o cm	Impacto del encuentro
1	(0,0)			
2				
3				
...				
<b>Distancia total</b>				

Si es necesario, use su propio papel para crear un registro del juego con más filas.

## Juego de extensión de la variable temporal

El Juego de extensión de tiempo variable desafía a los estudiantes a utilizar la fórmula de la velocidad y la distancia para determinar la cantidad de tiempo que tarda un vehículo aéreo no tripulado en viajar entre lugares. Las “zonas de velocidad” aleatorias variarán la cantidad de tiempo que se necesita para navegar por las diferentes áreas del tablero de juego. Los equipos deben elaborar una estrategia con los pros y los contras para planificar la ruta más rápida posible.

- Utilice la Tabla de configuración del tablero de juego de tiempo variable para configurar el tablero de juego, utilizando el mismo método para encontrar la coordenada y (tirando los dados) y la dirección (lanzando la moneda) para cada pieza de juego (consulte la hoja de Configuración del tablero de juego para más detalles).

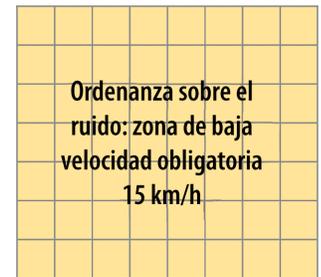
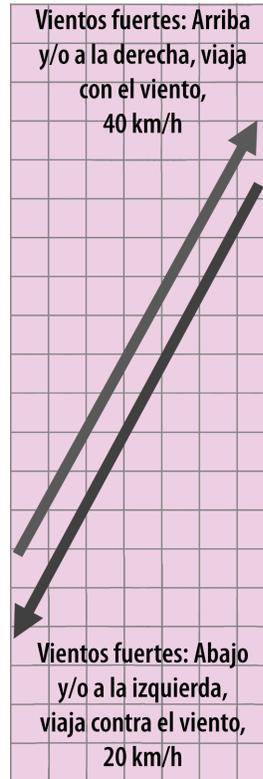
### Tabla de configuración del tablero de juego de tiempo variable

Pieza del juego	Coordenada x	Coordenada y	Dirección
Casa	0	0	--
Ordenanza sobre el ruido	0		
Vientos fuertes	8		--
Poco tráfico	15		
Edificio de apartamentos	1		
Hospital	6		
Cena (parada para comer)	11		
Área forestal	17		
Centro comercial	24		
Antena de telefonía	27		--
Escuela	30	36	--

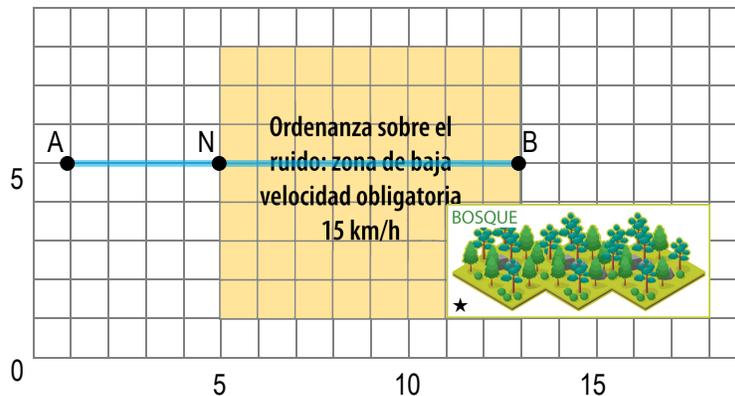
- Las piezas del juego de la Zona de velocidad se colocarán primero en el tablero. Otras piezas del juego (obstáculos) pueden superponerse a las Zonas de velocidad.
  - Fuera de las zonas de velocidad, el UAV viaja aproximadamente a 30 km/h.
  - Zona de velocidad de la ordenanza sobre el ruido: velocidad baja obligatoria, la velocidad del UAV no puede superar los 15 km/h.
  - Zona de baja velocidad de tráfico: no hay límite de velocidad, maximice su velocidad a 50 km/h.
  - Zona de alta velocidad del viento: la velocidad disminuye en 10 km/h en dirección al viento y aumenta en 10 km/h viajando con el viento.
- Los equipos utilizarán los mismos métodos que en el juego básico para encontrar la longitud de cada segmento de línea (conteo, medición con una regla o aplicación del teorema de Pitágoras o de la Fórmula de distancia). El UAV puede viajar a través de las Zonas de velocidad, pero los equipos deben tener en cuenta el cambio de velocidad al calcular el tiempo de viaje.
- Antes de seleccionar un camino, los equipos deben elaborar una estrategia para determinar cuál es el camino que permite completar la tarea en el **menor tiempo** posible. Algunas zonas de velocidad aumentarán la velocidad del UAV, lo que disminuye el tiempo de viaje, mientras que otras zonas de velocidad lo ralentizarán y darán lugar a un mayor tiempo de viaje.
- Encuentre el tiempo dividiendo la distancia por una velocidad constante. Redondee las respuestas a la centésima más cercana. El tiempo en horas también se puede convertir en minutos multiplicándolo por la conversión de unidades 60 minutos/1 hora.
 
$$\text{el tiempo} = \frac{\text{la distancia}}{\text{la velocidad}}$$
 donde el tiempo se mide en horas, la distancia en kilómetros y la velocidad en kilómetros/hora.
- Cada unidad de longitud en el tablero de juego (cuadrícula de 0.5 cm) representa 1 km. Los equipos deben utilizar este factor de escala para convertir la distancia determinada por la longitud del segmento de línea en kilómetros. (1 unidad o 0.5 cm = 1 km)

## Piezas del juego de tiempo variable

Recorte las piezas del juego de tiempo variable (zonas de velocidad) que aparecen a continuación para armar el tablero del juego de tiempo variable.



- En el siguiente ejemplo, el UAV volaría directamente del punto A al B, pero la velocidad cambiaría al entrar en la Zona de velocidad de la Ordenanza sobre el ruido. En consecuencia, el equipo debe encontrar primero la distancia de A a N, donde la velocidad es de 30 km/h, para encontrar ese tiempo de viaje. Luego, el equipo debe encontrar la distancia de N a B, donde la velocidad es de 15 km/h, para encontrar ese tiempo de viaje. El tiempo total de viaje de A a B sería la suma de los dos tiempos.



## Ejemplo de registro del juego

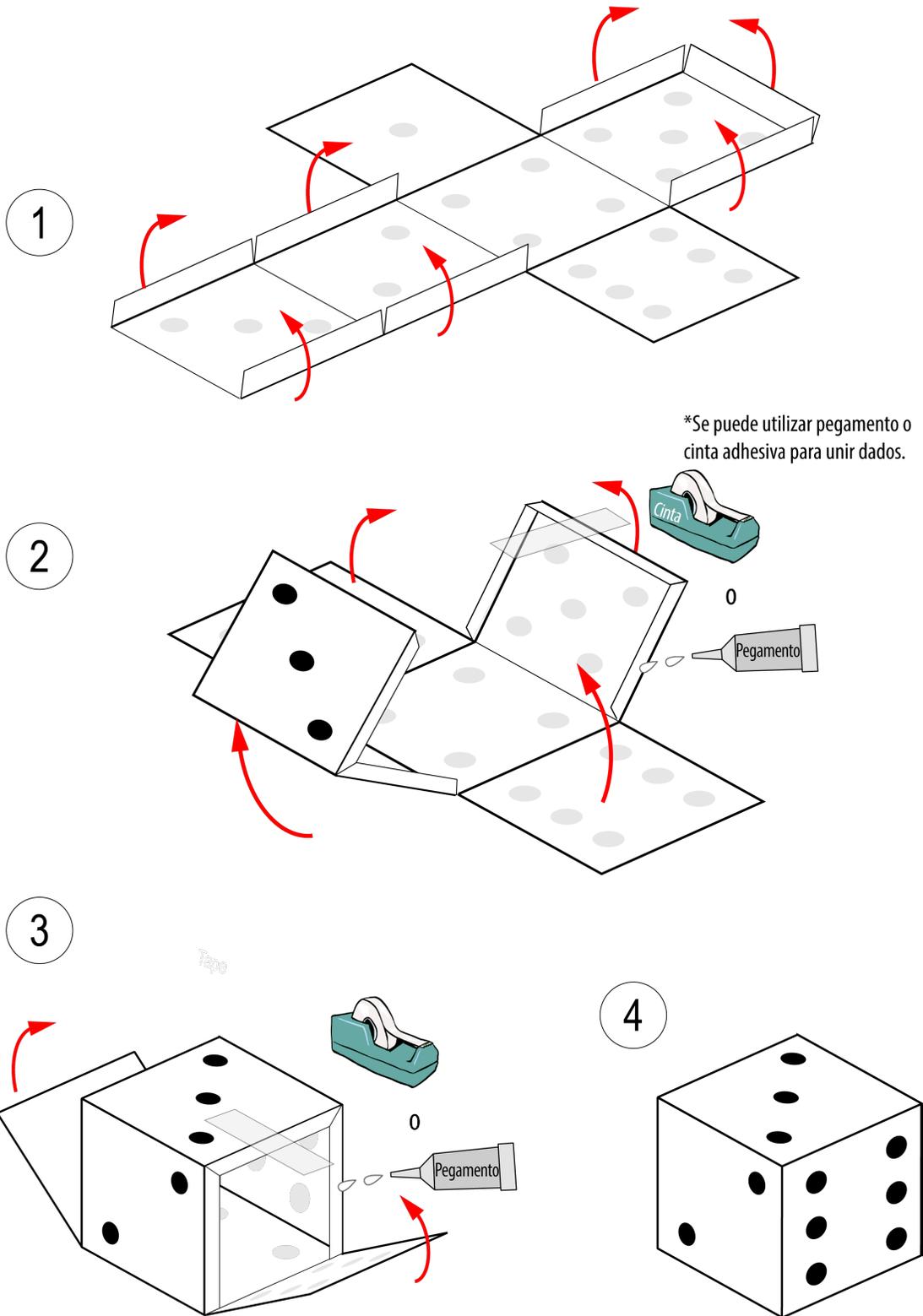
Segmento de línea	Posición inicial, (x, y)	Posición final, (x, y)	Distancia, unidades o cm	Distancia, km	Velocidad, km/h	Tiempo, h	Tiempo, min
AN	(1,5)	(5,5)	4 unidades	4	30	0.13	8
NB	(5,5)	(13,5)	8 unidades	8	15	0.53	32
<b>Tiempo Total</b>						0.66	40

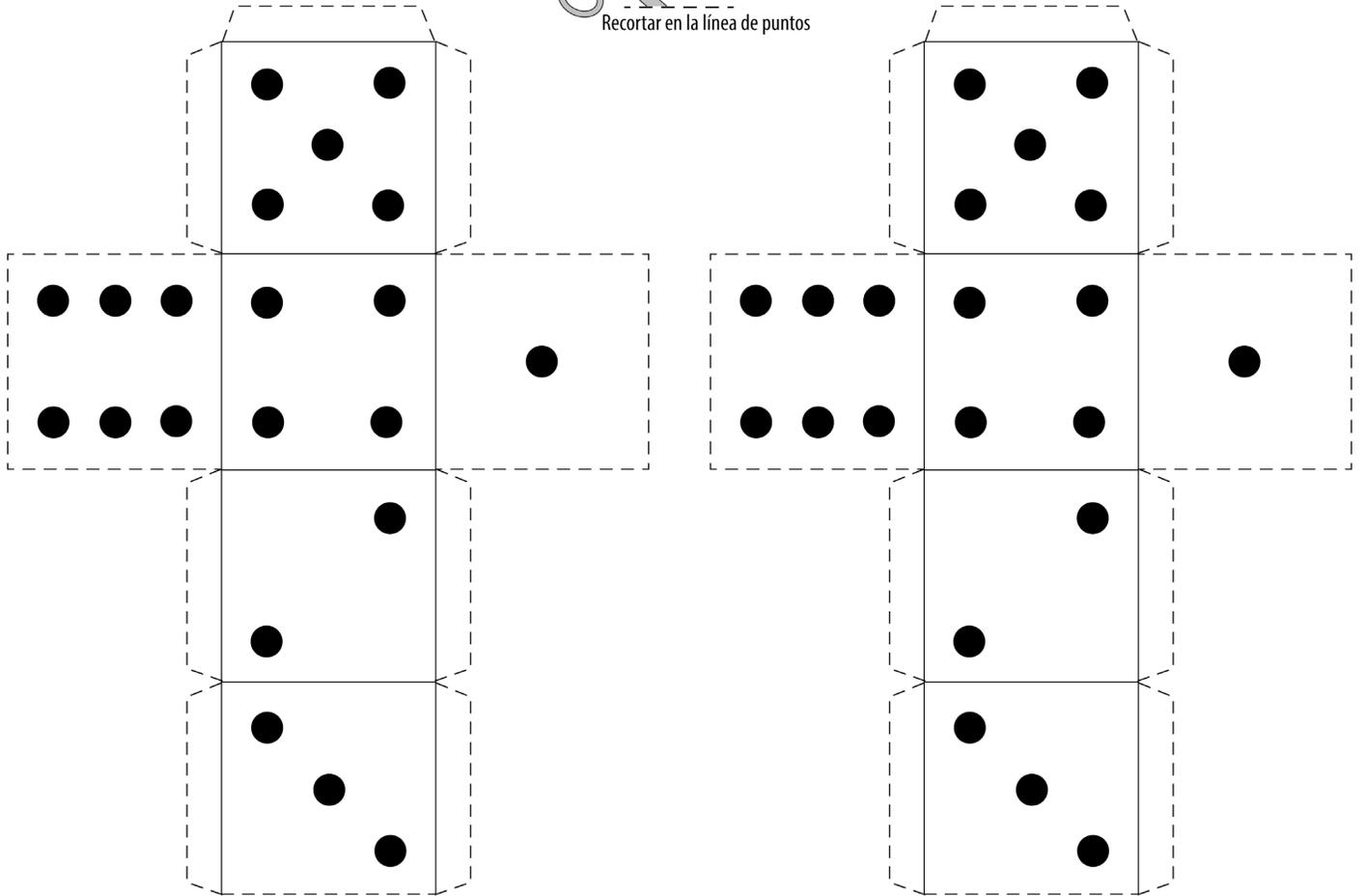
## Registro del juego de tiempo variable

Segmento de línea	Posición inicial, (x, y)	Posición final, (x, y)	Distancia, unidades o cm	Distancia, km	Velocidad, km/h	Tiempo, h	Tiempo, min
	0,0						
...							
<b>Tiempo Total</b>							

Si es necesario, use su propio papel para crear un registro del juego con más filas.

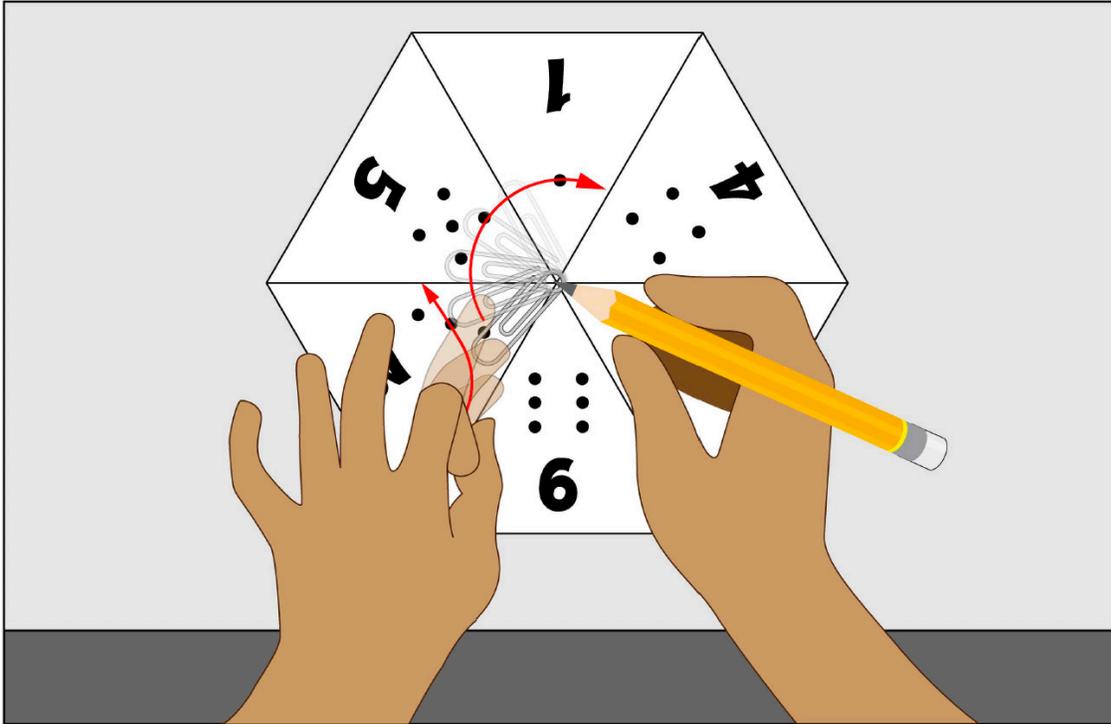
# Instrucciones de montaje del dado imprimible



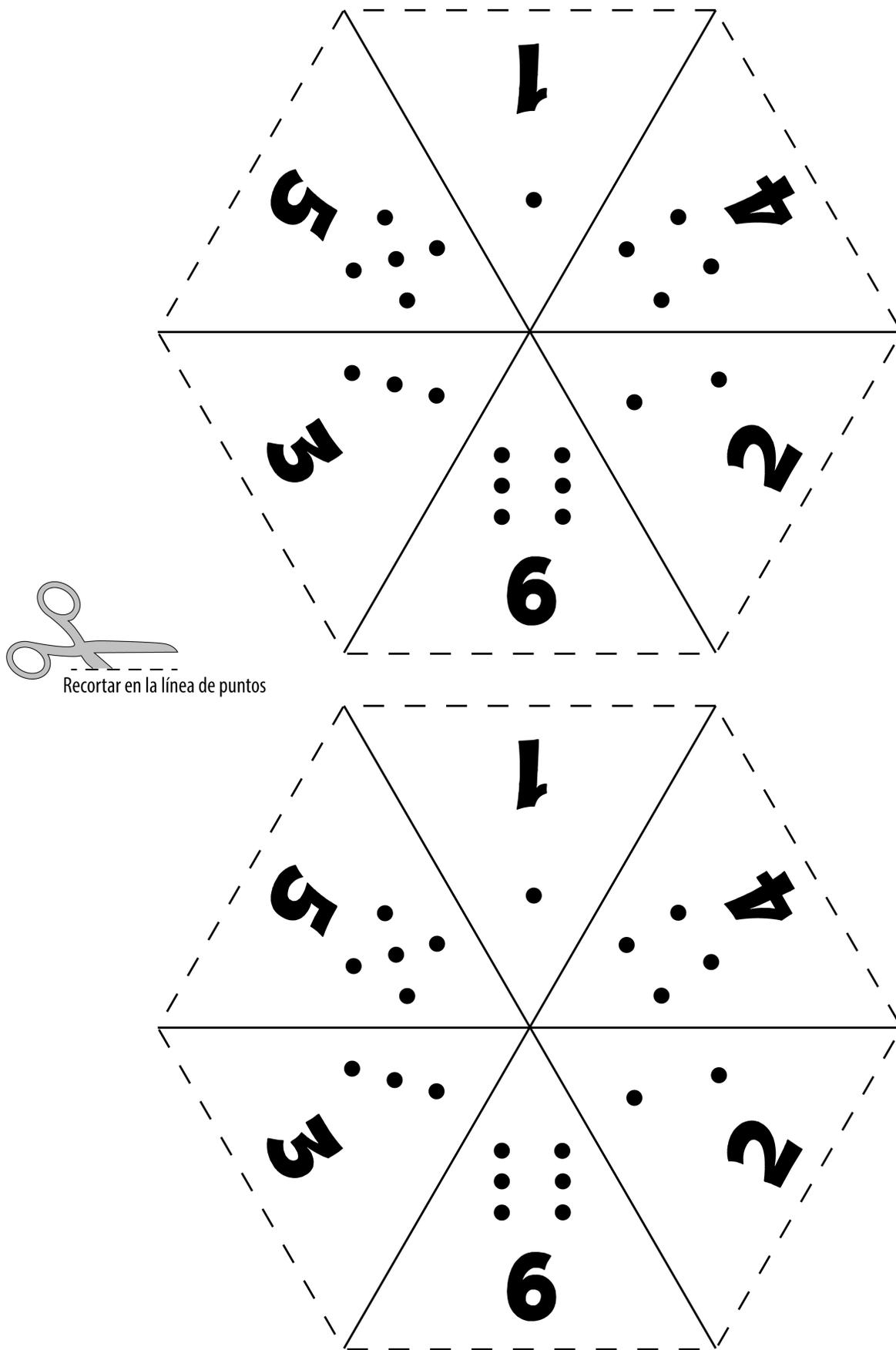


# Ruleta imprimible

## Instrucciones de montaje



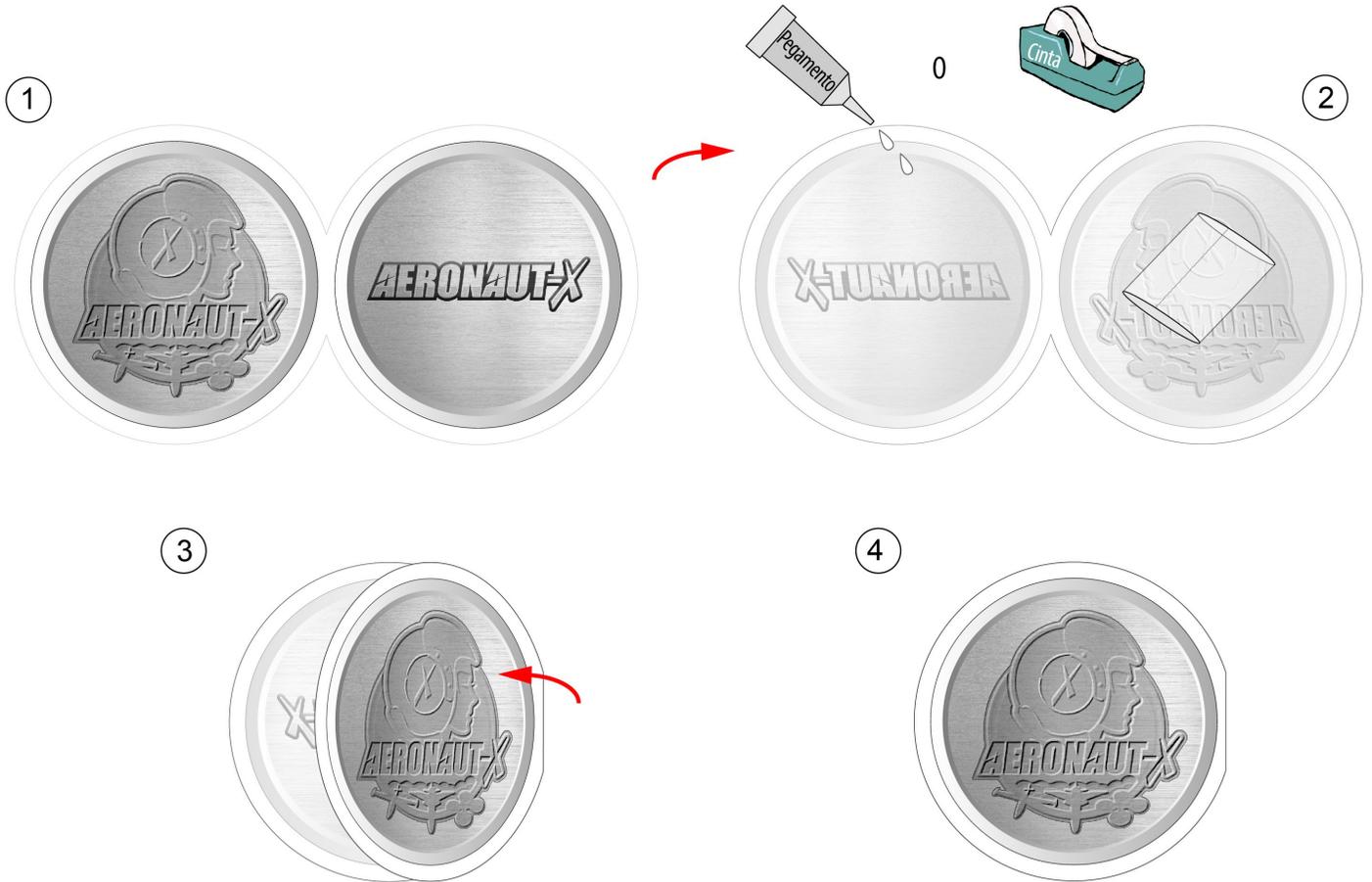
## Ruleta imprimible



# Monedas imprimibles

## Instrucciones de montaje

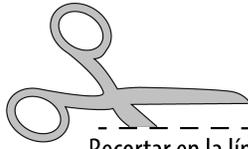
\*Se puede utilizar pegamento o cinta adhesiva para unir monedas.



## Monedas imprimibles



# Reglas imprimibles



Recortar en la línea de puntos





## Anexo A—Rúbricas

### A.1 Proceso de diseño de ingeniería (EDP)

Paso del EDP	Principiante (0)	Aprendiz (1)	Calificado (2)	Experto (3)	Nivel de conocimiento del estudiante (Puntaje)
 <b>Identificar el problema (preguntar)</b>	El estudiante no identifica el problema.	El estudiante identifica incorrectamente el problema.	El estudiante identifica parte del problema.	El estudiante identifica completa y correctamente el problema.	
 <b>Lluvia de ideas para encontrar una solución (imaginar)</b>	El estudiante no hace una lluvia de ideas.	El estudiante genera una solución posible.	El estudiante proporciona dos soluciones.	El estudiante proporciona tres o más soluciones posibles.	
 <b>Desarrollar una solución (planificar)</b>	El estudiante no selecciona ni presenta una solución, o la solución está fuera de lugar.	El estudiante presenta una solución que está incompleta o le faltan detalles.	El estudiante selecciona una solución pero no considera todos los criterios y las restricciones.	El estudiante selecciona una solución que considera todos los criterios y las restricciones.	
 <b>Crear un prototipo (crear)</b>	El estudiante no contribuye directamente a la creación de un prototipo.	El estudiante crea un prototipo que no cumple con los criterios y las restricciones del problema.	El prototipo del estudiante cumple con la mayoría de los criterios y las restricciones del problema.	El estudiante crea un prototipo que cumple con todos los criterios y las restricciones del problema.	
 <b>Probar un prototipo (probar)</b>	El estudiante no contribuye a la prueba del prototipo.	El estudiante realiza pruebas que son irrelevantes para el problema o no evalúan con precisión las fortalezas y las debilidades del prototipo.	El estudiante realiza pruebas cuidadosas que consideran una o dos fortalezas y debilidades del prototipo.	El estudiante realiza pruebas pertinentes y cuidadosas que consideran tres o más fortalezas y debilidades del prototipo.	
 <b>Rediseño basado en datos y pruebas (mejorar)</b>	El estudiante no contribuye al rediseño.	El estudiante no mejora el diseño ni aborda las inquietudes.	El estudiante aborda un problema para mejorar el diseño.	El estudiante aborda dos o más problemas basados en pruebas para mejorar el diseño.	
 <b>Comunicar los resultados de las pruebas (compartir)</b>	El estudiante no comunica los resultados.	Estudiante comparte resultados aleatorios.	El estudiante comparte resultados organizados, pero los resultados están incompletos.	El estudiante comparte resultados detallados y organizados con el grupo.	
<b>Total</b>					

## A.2 Proceso de investigación científica (SRP)

Paso del SRP	Principiante (0)	Aprendiz (1)	Calificado (2)	Experto (3)	Nivel de conocimiento del estudiante (Puntaje)
 <b>Observar</b>	El estudiante no describe las observaciones.	El estudiante genera una descripción poco clara o que no se basa en la observación.	El estudiante genera una descripción basada en la observación que está claramente expuesta.	El estudiante genera una descripción basada en la observación que se enuncia utilizando términos científicos e identifica patrones.	
 <b>Plantear preguntas</b>	El estudiante no identifica la pregunta.	El estudiante identifica incorrectamente la pregunta.	El estudiante identifica parte de la pregunta.	El estudiante identifica completamente la pregunta.	
 <b>Desarrollar hipótesis</b>	El estudiante no establece la hipótesis.	El estudiante genera una hipótesis que no está claramente planteada o bien pensada y no es comprobable.	El estudiante genera una hipótesis claramente formulada y comprobable.	El estudiante genera una hipótesis que se formula utilizando términos apropiados y es comprobable.	
 <b>Planificar la investigación</b>	El estudiante no planifica la investigación.	El estudiante planifica la investigación, pero es en gran medida incompleta (no se comprueban las hipótesis).	El estudiante planifica la investigación pero no comprueba adecuadamente la hipótesis planteada previamente.	El estudiante planifica la investigación y comprueba adecuadamente la hipótesis planteada previamente.	
 <b>Reunir datos</b>	El estudiante no presenta datos.	El estudiante presenta los datos pero utiliza una presentación inadecuada para el tipo de datos.	El estudiante presenta los datos y utiliza la presentación inadecuada para el tipo de datos.	El estudiante presenta datos que muestran tendencias o patrones (conocimiento) y utiliza la presentación apropiada para el tipo de datos.	
 <b>Conclusiones del documento</b>	El estudiante no documenta las conclusiones.	El estudiante documenta las conclusiones, pero las conclusiones son incompletas o sugieren que el estudiante no entiende la conclusión.	El estudiante documenta las conclusiones y muestra una comprensión de la interpretación de las evidencias.	El estudiante documenta las conclusiones y muestra que comprende las interpretaciones de las evidencias, así como sus limitaciones.	
 <b>Analizar datos</b>	El estudiante no analiza los datos.	El estudiante realiza un análisis inexacto de los datos o no aporta una justificación.	El estudiante realiza un análisis preciso de los datos utilizando métodos matemáticos adecuados para su justificación.	El estudiante realiza un análisis preciso de los datos y hace una predicción o proyección adecuada basada en esos datos.	
 <b>Presentar los hallazgos</b>	El estudiante no comunica los resultados.	Estudiante comparte resultados aleatorios.	El estudiante comparte resultados organizados, pero los resultados están incompletos.	El estudiante comparte resultados detallados y organizados con el grupo.	
 <b>Plantear nuevas preguntas</b>	El estudiante no identifica una pregunta de seguimiento.	El estudiante plantea una pregunta de seguimiento no relacionada.	El estudiante plantea una pregunta de seguimiento apropiada basada en los hallazgos.	El estudiante plantea varias preguntas de seguimiento basadas en los hallazgos usando términos científicos.	
				<b>Total</b>	

## A.3 Rúbrica para el aprendizaje basado en problemas (PBL)

Paso del PBL	Principiante (0)	Aprendiz (1)	Calificado (2)	Experto (3)	Nivel de conocimiento del estudiante (Puntaje)
 <b>Identificar el problema</b>	El estudiante no identifica el problema.	El estudiante identifica incorrectamente el problema.	El estudiante identifica parte del problema.	El estudiante identifica completa y correctamente el problema.	
 <b>Explorar los conocimientos y las incógnitas</b>	El estudiante no identifica los conocimientos y las incógnitas.	El estudiante identifica de manera incompleta los conocimientos y las incógnitas.	El estudiante identifica los conocimientos y las incógnitas utilizando la experiencia, pero no utiliza recursos.	El estudiante identifica por completo los conocimientos y las incógnitas utilizando la experiencia y los recursos.	
 <b>Generar posibles soluciones</b>	El estudiante no hace una lluvia de ideas.	El estudiante genera una solución posible.	El estudiante proporciona dos soluciones.	El estudiante proporciona tres o más soluciones posibles.	
 <b>Considerar las consecuencias</b>	El estudiante no identifica ninguna consecuencia.	El estudiante determina consecuencias inexactas o irrelevantes.	El estudiante identifica las consecuencias con precisión.	El estudiante identifica las consecuencias con precisión y proporciona una justificación.	
 <b>Presentar los hallazgos</b>	El estudiante no comunica los resultados.	Estudiante comparte resultados aleatorios.	El estudiante comparte resultados organizados, pero los resultados están incompletos.	El estudiante comparte resultados detallados y organizados con la clase.	
<b>Total</b>					



## Anexo B—Glosario de términos clave

**Aeronave de alas giratorias.** Una aeronave que utiliza una o más alas giratorias para generar sustentación, como un helicóptero y algunos drones.

**Alerón.** Una superficie aerodinámica diseñada de tal manera que el aire que fluye a su alrededor produce un movimiento útil. La forma es especialmente buena para producir sustentación. La sección transversal de un ala de avión es un perfil aerodinámico.

**Arrastre.** Una fuerza que se opone al empuje. El arrastre es un tipo de fricción y hace que los objetos sean más difíciles de mover.

**Densidad de almacenamiento de la batería.** La cantidad de energía utilizable (teniendo en cuenta la duración del ciclo, las restricciones térmicas y otros límites) dividida por la masa de la batería.

**Densidad de energía.** La cantidad de energía almacenada en el material por unidad de volumen.

**Dron.** Una aeronave sin piloto humano a bordo. Un dron es un tipo de vehículo aéreo no tripulado (UAV).

**Empuje.** Una fuerza que hace avanzar un avión por el aire. Se produce por los motores de aeronaves, que aceleran el aire alrededor de la aeronave.

**Fuerza.** Energía ejercida para causar movimiento o cambio.

**Gravedad.** Una fuerza que atrae los objetos hacia el centro de la Tierra.

**Hélice.** Un ala giratoria formada por aspas en forma de hoja de aire que giran alrededor de un buje para proporcionar propulsión o sustentación.

**Masa.** La cantidad de materia que contiene un objeto.

**Movilidad aérea avanzada (AAM).** Un sistema de transporte aéreo seguro y eficiente para aeronaves de corto alcance.

**Peso.** El efecto de la gravedad sobre un objeto (masa).

**Propulsión eléctrica.** Empuje generado por la energía eléctrica.

**Sistema Nacional del Espacio Aéreo (NAS).** Una red de espacio aéreo controlado y no controlado, tanto nacional como oceánico. También incluye las instalaciones, el equipo y los servicios de navegación aérea; los aeropuertos y las zonas de aterrizaje; las cartas, la información y los servicios aeronáuticos; las normas y los reglamentos; los procedimientos y la información técnica; y la mano de obra y el material.

**Sistema/s de aeronaves no tripuladas (UAS).** Todo lo que hace posible el vuelo seguro de los UAS, como el seguimiento por radar de la ubicación de los vehículos aéreos no tripulados; el software de detección y evasión para garantizar que los vehículos aéreos no colisionen con nada; y todas las personas que apoyan la tecnología, como los equipos de control en tierra.

**Sustentación.** Una fuerza que permite a una aeronave ascender o mantenerse en el aire en lugar de caer al suelo.

**Torsión de aspas.** A medida que las aspas de una hélice giran, los bordes exteriores se mueven mucho más rápido que la parte interior, o raíz, del aspa, debido a la mayor distancia que tiene que recorrer el borde exterior del aspa. Para que cada parte del aspa sea más eficaz para su velocidad, se retuerce para que las puntas de la pala tengan un paso más fino y, por tanto, produzcan menos arrastre.

**Vehículo aéreo no tripulado (UAV).** Una pequeña aeronave que puede ser controlada de forma remota o autónoma. Un dron es un tipo de UAV.

**Velocidad.** La velocidad a la que algo se mueve o funciona.



## Anexo C—Instrucciones del coche de hélice

### C.1 Instrucciones generales y lista de materiales

Elija uno de los dos diseños de vehículos y reúna todos los materiales necesarios y las hojas de instrucciones (C.2 Coche de hélice con motor eléctrico; C.3 Coche de hélice con banda elástica; C.4 Plantilla de hélice básica; C.5 Instrucciones de la plantilla de hélice básica).

#### Seguridad

- Se requiere la supervisión de un adulto para construir y probar el coche de hélice.
- Antes de utilizar cualquier herramienta, revise y discuta el protocolo de seguridad para el uso adecuado del equipo.
- Recuerde a los estudiantes la seguridad en el laboratorio (por ejemplo, usar protección para los ojos cuando construyan y prueben el coche de hélice).
- Las tijeras y los cuchillos de manualidades tienen bordes y puntas afiladas. Los estudiantes deben manejar con cuidado las herramientas con bordes afilados.
- Tome las debidas precauciones de seguridad eléctrica alrededor de cualquier cable o superficie que pueda generar o conducir electricidad.
- Mantenga los dedos, partes del cuerpo y otros objetos alejados de las aspas de las hélices que giran.
- Si usa una pistola de pegamento, incluso con pegamento de baja temperatura o de fusión fría, establezca una estación de pistola de pegamento para la seguridad y la supervisión.

#### Lista de materiales

##### Material de construcción general para coches de hélice básicos

- 2 botellas de agua de plástico gruesas (no más de 1 litro) (Nota: a efectos de comparación de datos, el coche de cada grupo debe fabricarse con el mismo tipo de botella de agua para eliminar las variables adicionales).
- 5 tapas de botellas de agua (adicionales) o 4 ruedas comerciales y 1 tapa de botella adicional
- 2 sorbetes y 2 palillos de madera, o 2 ejes comerciales de 10 cm
- Para la actividad dos se pueden utilizar diversos materiales de construcción de hélices (por ejemplo, plástico, cartón, palitos de paleta, clips, platos de papel, etc.) o una hélice comercial: Impulsar la carga útil con propulsión eléctrica

##### Instrumentos

- Cronómetro o temporizador para registrar el movimiento del coche de hélice (1 por equipo)
- Pistola de pegamento caliente de baja temperatura y barras de pegamento
- Cinta (para construcción)
- Cinta multipropósito (opcional)
- Tijeras o cuchillo de manualidades
- Bolígrafo, chincheta o clavo (para hacer los orificios de las ruedas; el educador también puede perforarlos previamente si lo desea)
- Regla métrica
- Rotuladores

##### Materiales adicionales para el coche de hélice con motor eléctrico

- Pequeño motor eléctrico para aficionados, de corriente continua (DC), de 1.5 a 3 V o de 3 a 12 V
- Batería de 9 V (se recomienda tener baterías adicionales cargadas y listas para la prueba)
- Conector de clip para batería de 9 V
- 2 piezas de cable electrónico (para extender el cableado hasta el motor o el conector de clip de la batería si es necesario)
- Pelacables
- Cinta aislante (para la conexión de cables)

##### Materiales adicionales para el coche de hélice con bandas elásticas

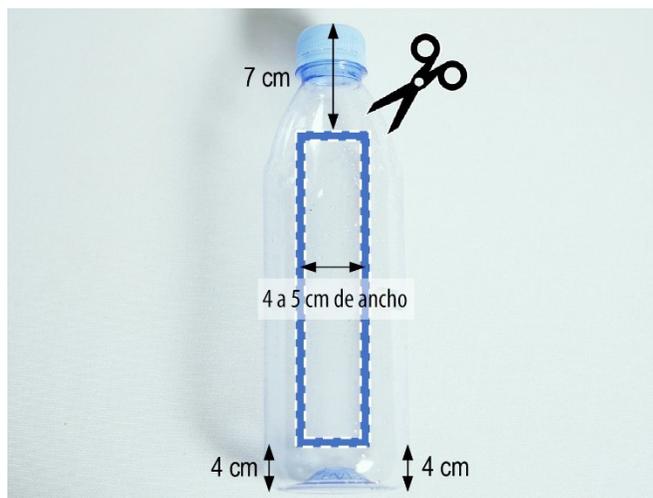
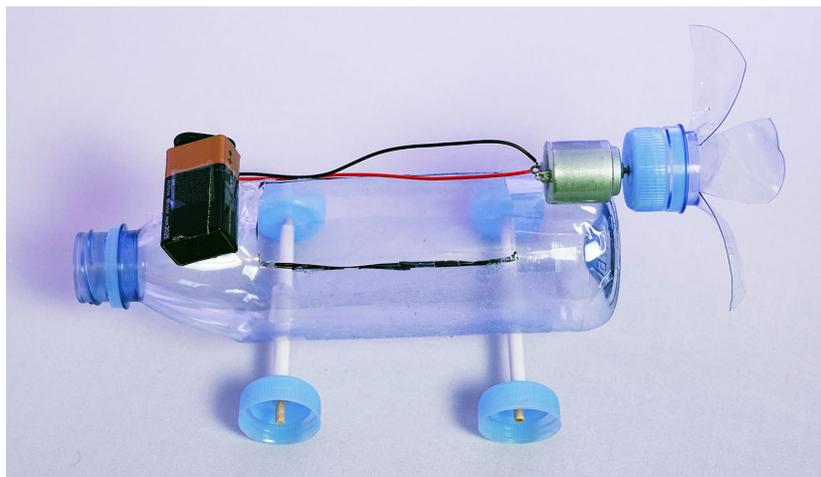
(Nota: se han añadido algunos materiales adicionales en caso de que se produzcan averías, fallos del sistema o piezas dañadas).

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

- 1 tapa de plástico (adicional, cualquier tipo)
- 1 palillo de madera
- 9 bandas elásticas (aproximadamente 3 mm (1/8 in.) de ancho y 90 mm (3 1/2 in.) de largo)
- 3 clips grandes
- 2 clips pequeños

### C.2 Instrucciones del coche de hélice con motor eléctrico

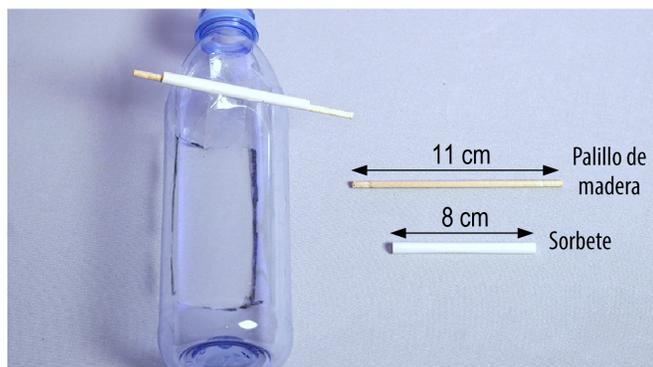
Reúna todos los materiales necesarios y revise el video tutorial del coche de hélice motorizado: <https://youtu.be/uPxmCzMyBII>.



#### Paso 1: crear la ventana de acceso al compartimiento de carga.

Coloque una de las botellas de lado y corte un orificio rectangular que se extienda aproximadamente 4 cm desde el fondo de la botella hasta aproximadamente 7 cm desde la parte superior de la botella.

El rectángulo debe tener entre 4 y 5 cm de ancho.

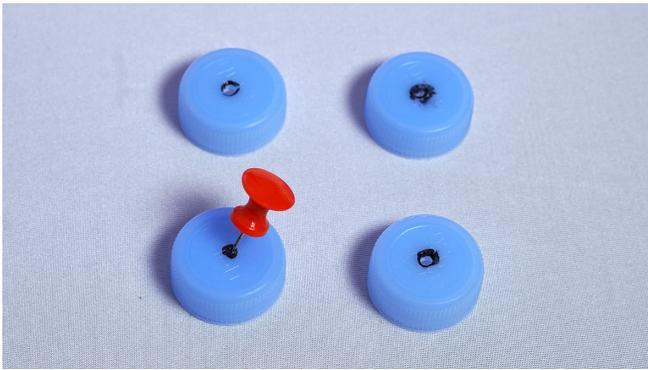


#### Paso 2: montar los ejes.

Corte un sorbete en dos pedazos de 8 cm. Cada sorbete debe ser más ancho que la botella de agua.

Utilice pegamento caliente a baja temperatura u otro adhesivo para fijar los sorbetes a la botella de agua en el lado opuesto al orificio rectangular que se cortó en el Paso 1. Coloque los sorbetes (ejes) lo suficientemente separados para que el peso se distribuya uniformemente.

Corte un palillo de madera en dos trozos de 11 cm y deslice los palillos de madera a través de los sorbetes.



### Paso 3: crear las ruedas.

Marque con un rotulador el centro de cada rueda de tapas de botellas. Utilice un bolígrafo o una chincheta para hacer un pequeño orificio en el centro de la marca. Asegúrese de que el orificio es un poco más pequeño que el diámetro del palillo de madera (eje) para que quede bien ajustado.

Si utiliza plásticos gruesos, utilice un clavo o un cuchillo de manualidades para hacer los orificios más grandes.



### Etapa 4: montar las ruedas.

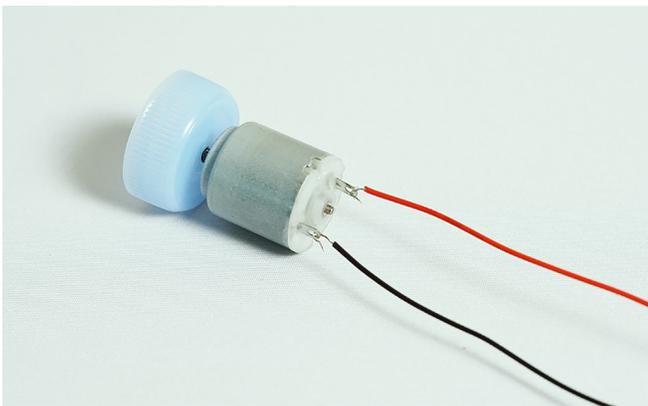
Empuje suavemente un palillo a través del centro de una rueda de tapa de botella.

Deslice el palillo a través de un sorbete y empújelo en el centro de una segunda rueda con tapa de botella.

Repita con las otras dos ruedas y el palillo.

Asegúrese de que las ruedas estén lo más rectas posible.

*Nota: las ruedas que se tambalean dificultan el avance de los coches de hélice.*



### Paso 5: conectar el motor al clip de la pila de 9 V.

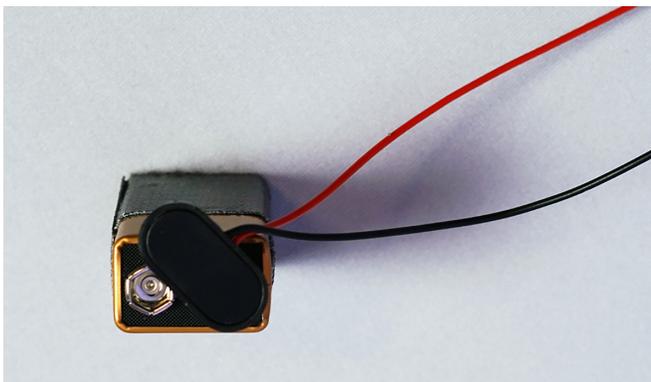
Pele los cables conectados al clip de la pila de 9 V.

Conecte los cables del clip de 9 V a los terminales adecuados del motor.

- El terminal **negativo** se designa con un signo “-”. Conecte el **cable negro** al terminal negativo (-) del motor.
- El terminal **positivo** se designa con un signo “+”. Aquí es donde el **cable rojo** se conectará al motor.

Si los cables son demasiado cortos, basta con añadir cableado adicional para extender los cables desde el clip de la pila de 9 V hasta el motor.

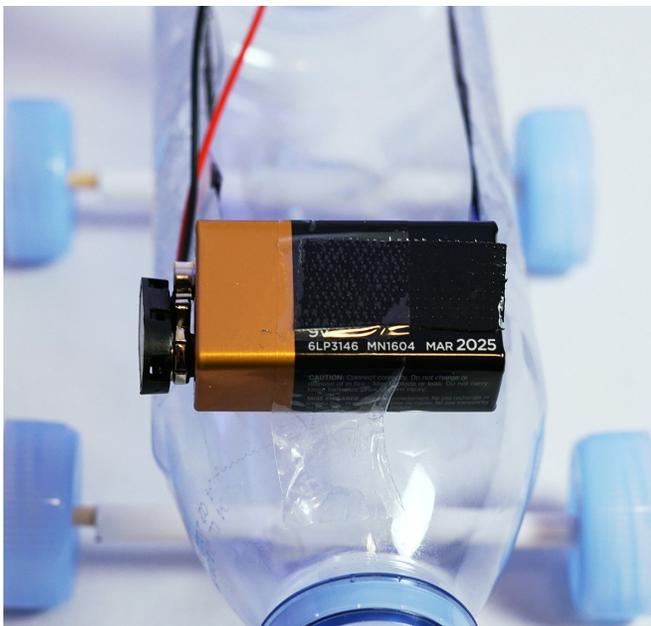
*Nota: algunos motores de CC no designan un terminal positivo y negativo. Si este es el caso, simplemente conecte cada cable desde el clip de la pila de 9 V a un terminal del motor.*



### Paso 6: conectar la pila.

Conecte la batería a los conectores del clip de la pila de 9 V. Su motor debería funcionar. Si no es así, es posible que la pila se haya agotado o que los cables se estén tocando. Solucione el problema.

Ahora separe **uno** de los conectores de la pila para apagar el motor.



### Paso 7: Fijar la pila de 9 V al coche con cinta.

Organice cuidadosamente los cables en el interior o en el lateral del coche de prueba.

Coloque y centre la pila de 9 V cerca de la parte delantera del coche. Debe ser pegado perpendicular a la carrocería del coche.

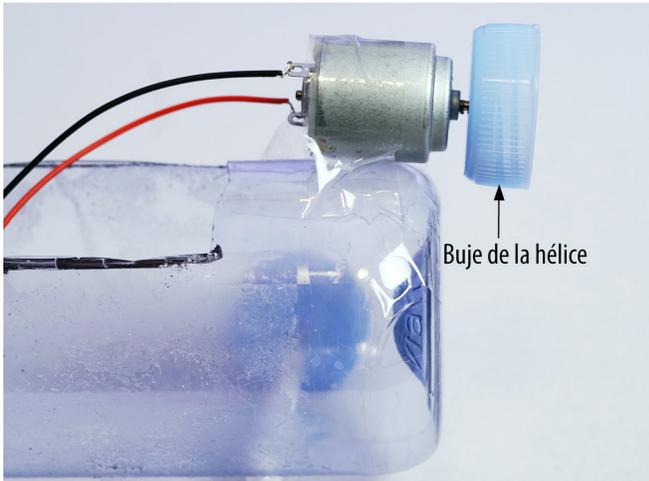
*Nota: antes de pasar al siguiente paso, asegúrese de que el coche de hélice está equilibrado.*



### Paso 8: Conectar el buje al motor.

Marque el centro de la parte superior de la tapa de una botella con un rotulador.

Utilizando la marca como punto central, use un bolígrafo para crear un pequeño orificio a través de la **parte superior** de la tapa de la botella.

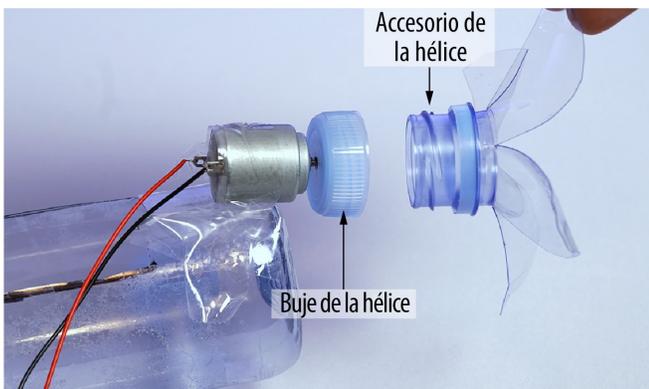


Con la parte inferior de la tapa de la botella mirando hacia usted, fije la tapa de la botella al eje del motor.

La tapa de la botella debe colocarse a mitad de camino entre la punta del eje del motor y el motor.

Utilice una cantidad moderada de pegamento caliente o adhesivo a baja temperatura en el interior de la tapa de la botella para garantizar un ajuste firme.

*Nota: La tapa de la botella (buje de la hélice) **no** debe combarse ni rozar el motor ni el fondo de la botella de agua.*



**Paso 9: conectar el accesorio de la hélice al buje de la hélice.**

La finalidad del accesorio de la hélice (véase la foto) es que usted pueda fijar y volver a fijar las hélices que diseñe o rediseñe en el buje de la hélice.

**No** use pegamento para conectar el accesorio de la hélice al buje de la hélice, porque tendrá que unir y volver a unir los diseños de la hélice a ella.

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

### C.2.1 Instrucciones para el montaje de hélices para la actividad uno, Desafío de diseño de hélices

Después de construir el coche de hélice con banda elástica o con motor eléctrico, elija una de las siguientes opciones para fijar los diseños de las hélices al coche de hélice para la actividad uno: Desafío de diseño de hélices.



**Tiene dos opciones al usar el accesorio de hélice.**

#### Opción 1:

Corte de forma segura la rosca de una botella de agua. Puede utilizar la base de esta rosca para fijar sus diseños de hélice al sistema.



**Ejemplo de la opción 1**



#### Opción 2:

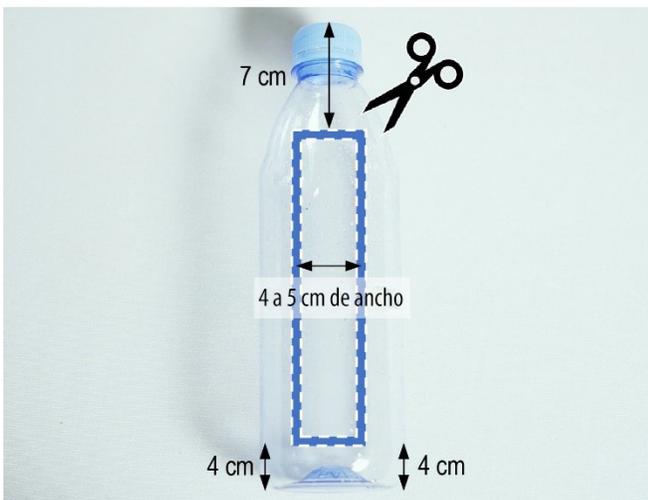
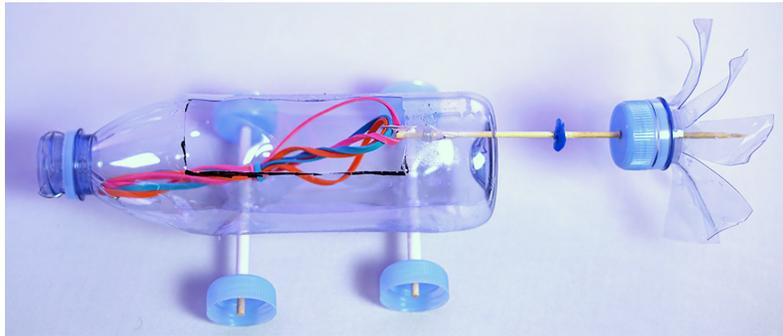
Corte de forma segura la rosca de la segunda botella de agua, pero utilice parte del plástico del cuello de la segunda botella de agua para crear el diseño de su hélice.



**Ejemplo de la opción 2**

### C.3 Instrucciones del coche de hélice impulsado por banda elástica

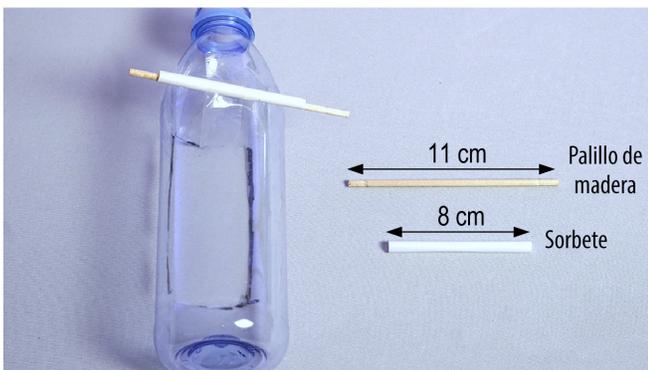
Reúna todos los materiales necesarios y revise el video tutorial del coche de hélice impulsado por banda elástica: <https://youtu.be/1INd5Q8Cb2w>



#### Paso 1: crear la ventana de acceso al compartimiento de carga.

Coloque una de las botellas de lado y corte un orificio rectangular que se extienda aproximadamente 4 cm desde el fondo de la botella hasta aproximadamente 7 cm desde la parte superior de la botella.

El rectángulo debe tener entre 4 y 5 cm de ancho.

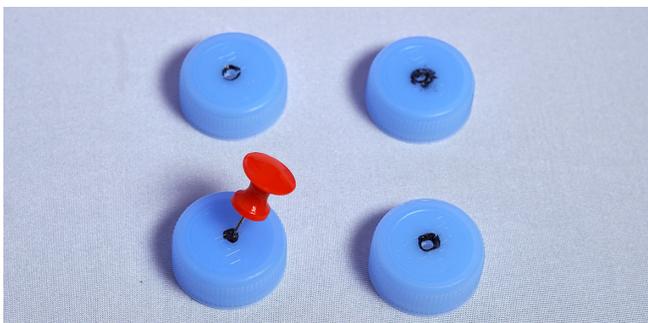


#### Paso 2: montar los ejes.

Corte un sorbete en dos pedazos de 8 cm. Cada sorbete debe ser más ancho que la botella de agua.

Utilice pegamento caliente a baja temperatura u otro adhesivo para fijar los sorbetes a la botella de agua en el lado opuesto al orificio rectangular que se cortó en el Paso 1. Coloque los sorbetes (ejes) lo suficientemente separados para que el peso se distribuya uniformemente.

Corte un palillo de madera en dos trozos de 11 cm y deslice los palillos de madera a través de los sorbetes.



#### Paso 3: crear las ruedas.

Marque con un rotulador el centro de cada rueda de tapas de botellas. Utilice un bolígrafo o una chincheta para hacer un pequeño orificio en el centro de la marca. Asegúrese de que el orificio es un poco más pequeño que el diámetro del palillo de madera (eje) para que quede bien ajustado.

Si utiliza plásticos gruesos, utilice un clavo o un cuchillo de manualidades para hacer los orificios más grandes.



### Etapa 4: montar las ruedas.

Empuje suavemente un palillo a través del centro de una rueda de tapa de botella.

Deslice el palillo a través de un sorbete y empújelo en el centro de una segunda rueda con tapa de botella.

Repita con las otras dos ruedas y el palillo.

Asegúrese de que las ruedas estén lo más rectas posible.

*Nota: las ruedas que se tambalean dificultan el avance de los coches de hélice.*



### Paso 5: crear el ancla para las bandas elásticas.

Utilice la chincheta y el clavo para crear dos orificios en lados opuestos de la boca de la botella. Asegúrese de que los orificios son lo suficientemente grandes como para que el clip enderezado pueda deslizarse por ambos lados.

Introduzca el clip enderezado a través de un orificio, luego deslícelo por el centro de otro clip que se utilizará como anclaje, y luego sáquelo por el otro orificio del cuello de la botella. Doble los extremos del clip hacia arriba y hacia adentro, bloqueando el clip en su lugar.

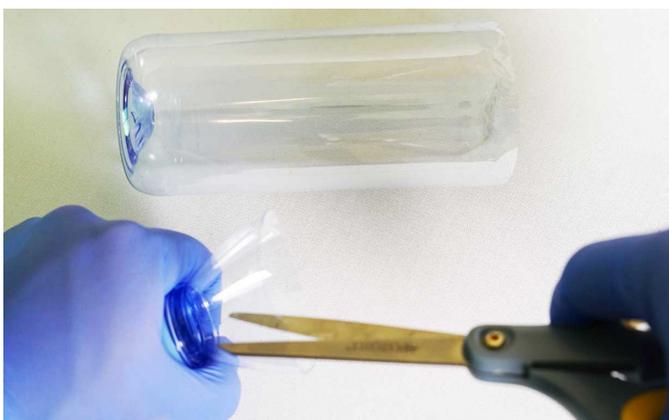
### Paso 6: Realizar la hélice.

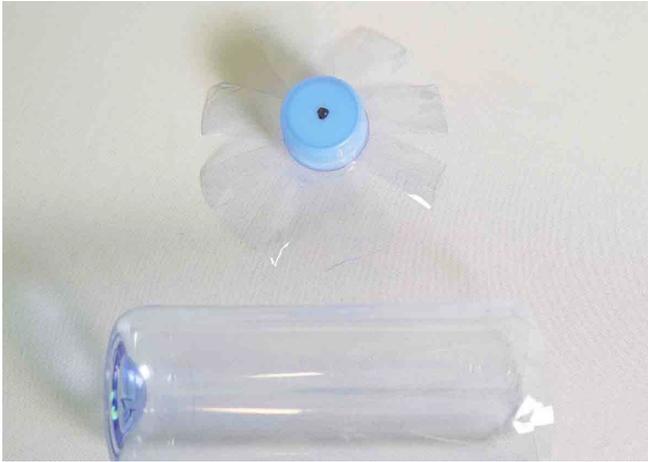
*Nota: este es un ejemplo de una hélice básica que se puede usar para la actividad Impulsar la carga útil con propulsión eléctrica. Los estudiantes diseñarán sus propias hélices para el desafío de diseño de hélices.*

Corte la parte superior de la segunda botella de agua. Haga un corte horizontal en el lado de la botella justo antes de que el plástico comience a formar un ángulo hacia el cuello de la botella.

**⚠ Recordatorio de seguridad: sostenga la tapa de la botella firmemente por su tapa para que las tijeras no entren en contacto accidentalmente con su mano de apoyo.**

Empezando por el borde de la botella, haga dos cortes directamente cruzados entre sí, cortando en línea recta hacia abajo y lo más cerca posible de la tapa de la botella.





Repita la operación hasta que tenga entre cuatro y ocho secciones iguales o aspas de hélice. Dóblelos suavemente hacia atrás hasta formar un ángulo de 90° aproximadamente (como se muestra en la imagen).

Marque el centro de la tapa de la botella (buje de la hélice) en la hélice con un rotulador. Utilice una chincheta para hacer un pequeño orificio en el centro de la marca.

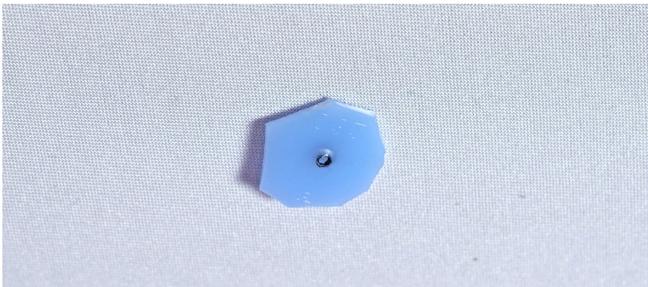
Asegúrese de que el orificio en la tapa de la botella es un poco más pequeño que el diámetro del palillo de madera (eje) para que quede bien ajustado. **No** introduzca el palillo todavía.



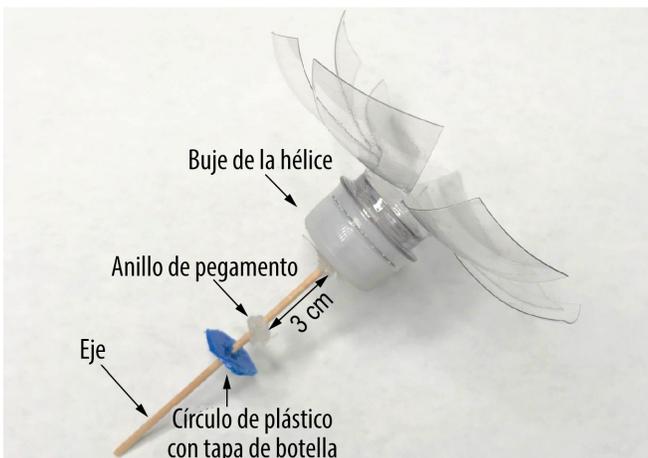
### Paso 7: preparar su hélice.

Utilice la chincheta para hacer un orificio en la tapa de la botella extra.

Utilice el clavo de acero para ensanchar un poco más el orificio.



Corte un círculo de la tapa de la botella. No tiene que ser perfecto.



Coloque el palillo desde el lado superior de la tapa de la botella de la hélice (buje de la hélice) y empújelo unos 4 cm. Ponga pegamento caliente en la parte inferior del buje de la hélice para ayudar a mantener el buje de la hélice en el eje.

*Nota: El propósito del buje de la hélice (ver foto) es que usted fije y vuelva a fijar las hélices que diseñe o rediseñe en el coche de la hélice, por lo que es importante que **no** utilice pegamento para conectar la hélice misma al buje de la hélice (tapa de la botella).*

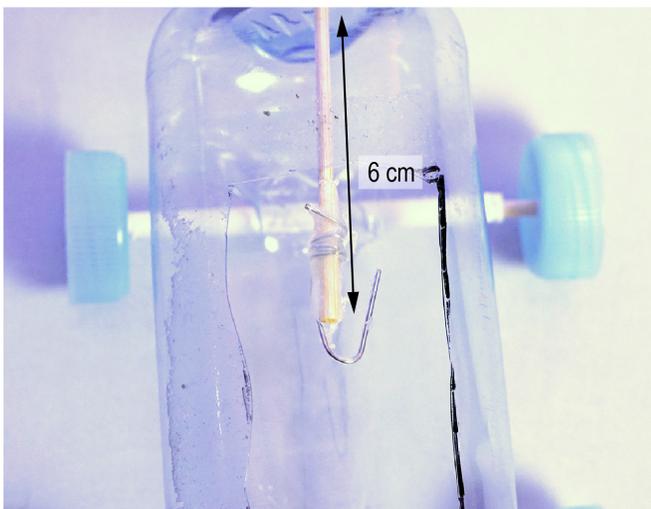
Haga un anillo grueso de pegamento caliente, a 3 cm del buje de la hélice en el punzón. Deje que se enfríe y luego coloque el círculo de plástico que acaba de cortar en el palillo.



### Paso 8: fijar la hélice.

Utilice la chincheta para hacer un orificio para el eje de la hélice. Haga el orificio en la parte inferior (base) de la botella en el mismo lado que la abertura del compartimiento de carga.

Utilice el clavo para que la abertura sea lo suficientemente grande como para que el palillo entre y gire libremente. Coloque el eje a través de la abertura.

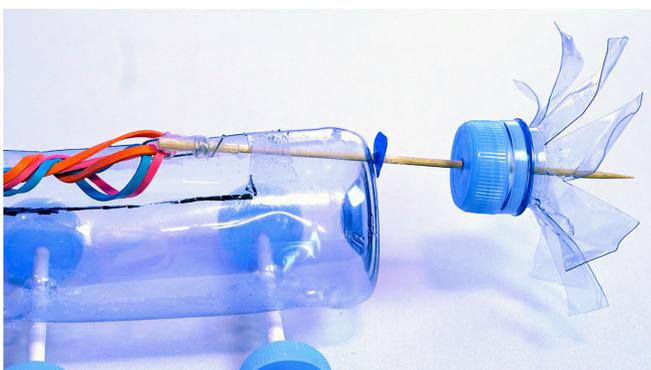


Acorte el palillo para que haya unos 6 cm dentro del compartimiento de carga.

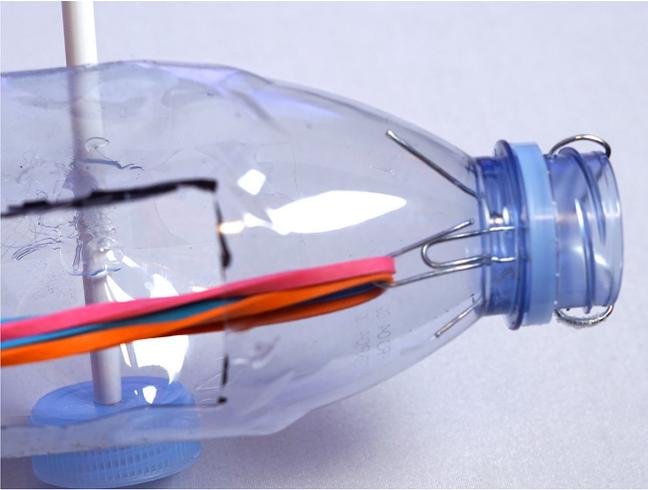
Tire de un extremo de un clip pequeño y ábralo ligeramente. Pegue en caliente el otro extremo del clip en el palillo que está en el interior de la abertura del compartimiento de carga. Pegue el clip para que no se salga del palillo (hélice).



Entrelace dos conjuntos de tres bandas elásticas formando un nudo suelto, como se muestra.



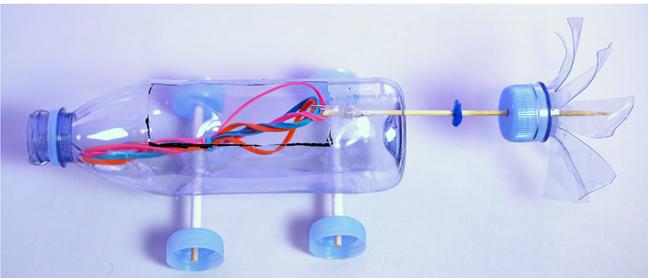
Conecte un extremo del nudo de la banda elástica al clip fijado al palillo de la hélice.



Conecte el otro extremo del nudo de la banda elástica al clip que se encuentra en la boca de la botella.

Su hélice estará suelta en este punto; esto es de esperar.

**⚠ Recordatorio de seguridad: asegúrese de llevar protección para los ojos cuando estire las bandas elásticas.**



### Paso 9: girar la hélice.

Gire la hélice por su eje, **no** coloque el dedo entre las aspas para hacerla girar. Por lo general, las hélices deben girarse en el sentido de las agujas del reloj, pero si su hélice gira hacia atrás o no gira en absoluto, pruebe a girar en el otro sentido.

Gire hasta que las bandas elásticas se doblen sobre sí mismas. Por lo general, esto será más de 100 giros. Mantenga las manos y los dedos alejados de la hélice.

Cuando esté listo, coloque el coche de hélice en la zona de pruebas designada y suelte la hélice.

## Sistemas de aeronaves no tripuladas

### C.3.1 Instrucciones para el montaje de hélices para la actividad uno: Desafío de diseño de hélices

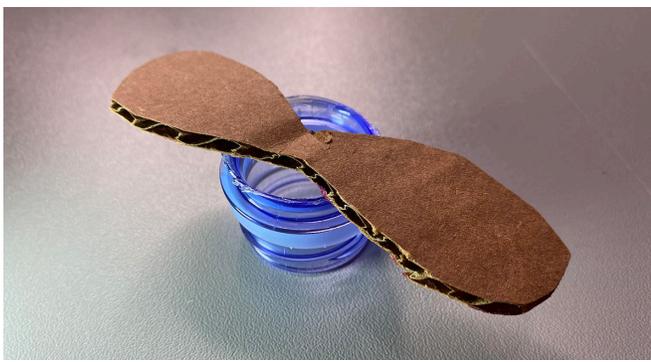
Después de construir el coche de hélice con banda elástica o con motor eléctrico, elija una de las siguientes opciones para fijar los diseños de las hélices al coche de hélice para la actividad uno: Desafío de diseño de hélices.



Tiene dos opciones al usar el accesorio de hélice:

#### Opción 1:

Corte de forma segura la rosca de una botella de agua. Puede utilizar la base de esta rosca para fijar sus diseños de hélice al sistema.



Ejemplo de la opción 1



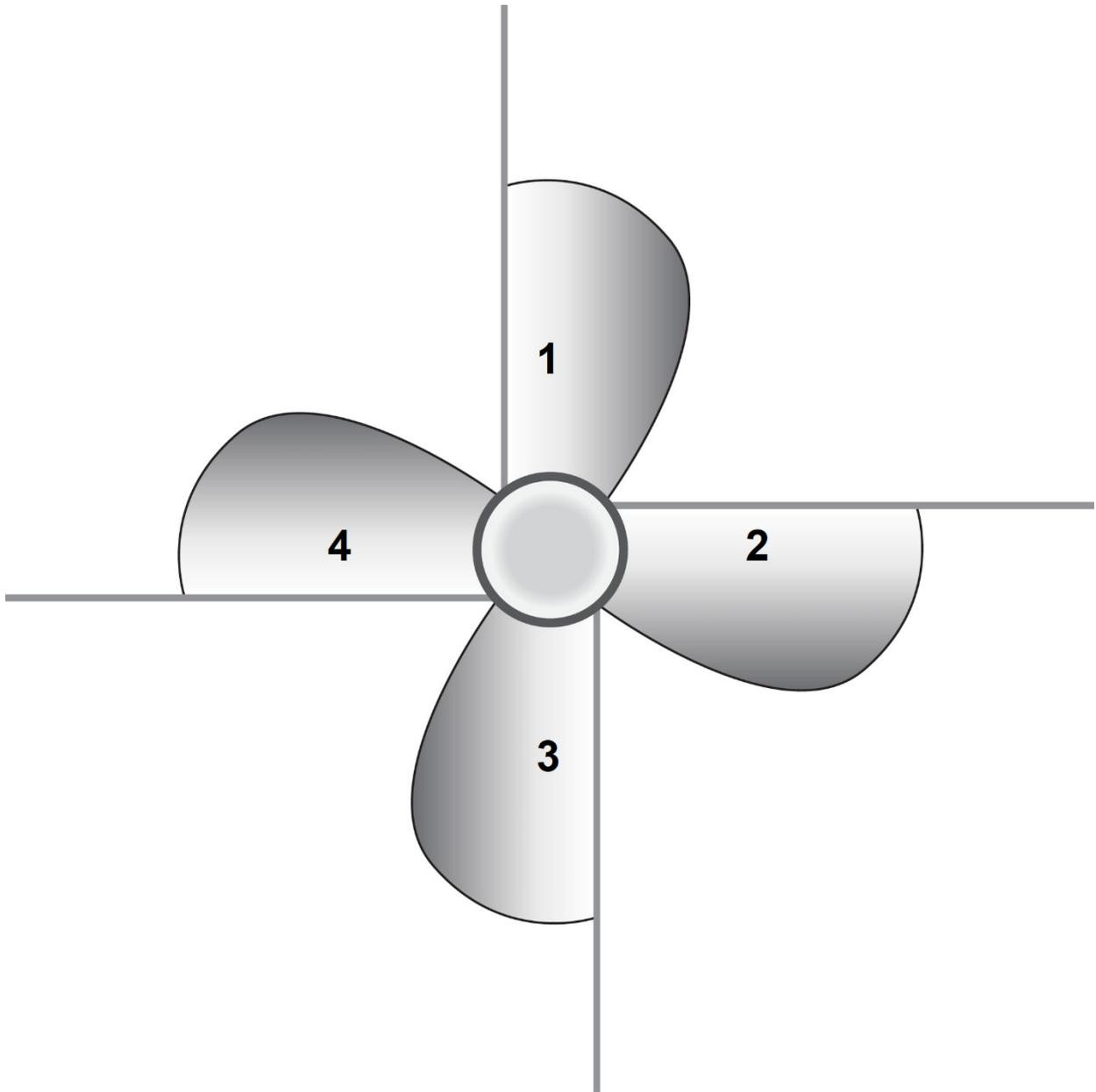
#### Opción 2:

Corte de forma segura la rosca de la segunda botella de agua, pero utilice parte del plástico del cuello de la segunda botella de agua para crear el diseño de su hélice.



Ejemplo de la opción 2

## C.4 Plantilla de hélice básica



## C.5 Instrucciones de la plantilla de hélice básica para la actividad dos: Impulsar la carga útil con propulsión eléctrica

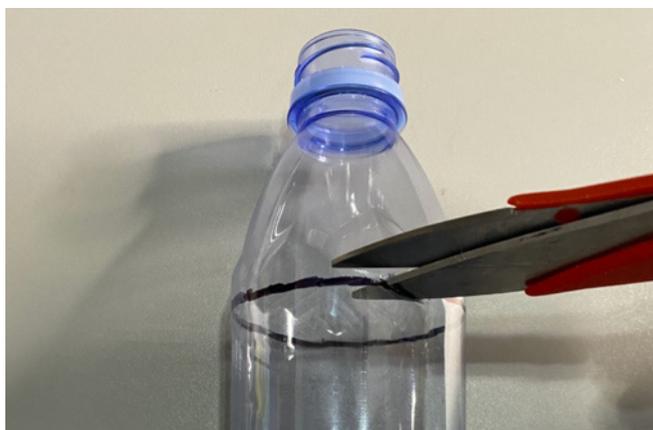
Después de construir el coche de hélice con motor eléctrico o el coche de hélice con banda elástica, necesitará una hélice básica para dar empuje al coche.



### Paso 1

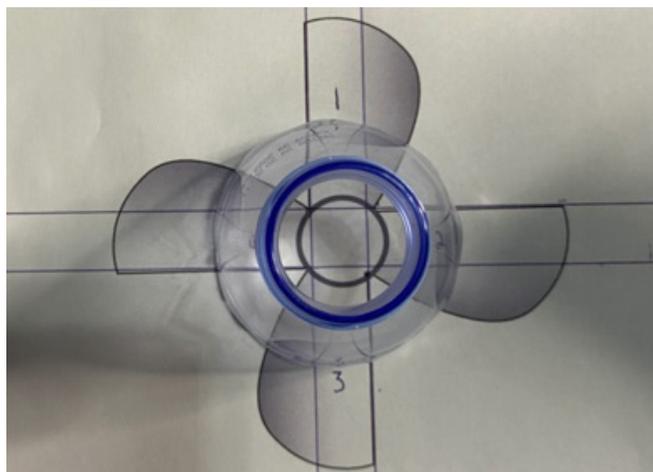
Tenga lista su plantilla de hélice.

Mida 7.5 cm desde la boca superior de una botella de agua de plástico, y utilice un rotulador para trazar cuidadosamente una línea alrededor de su circunferencia.



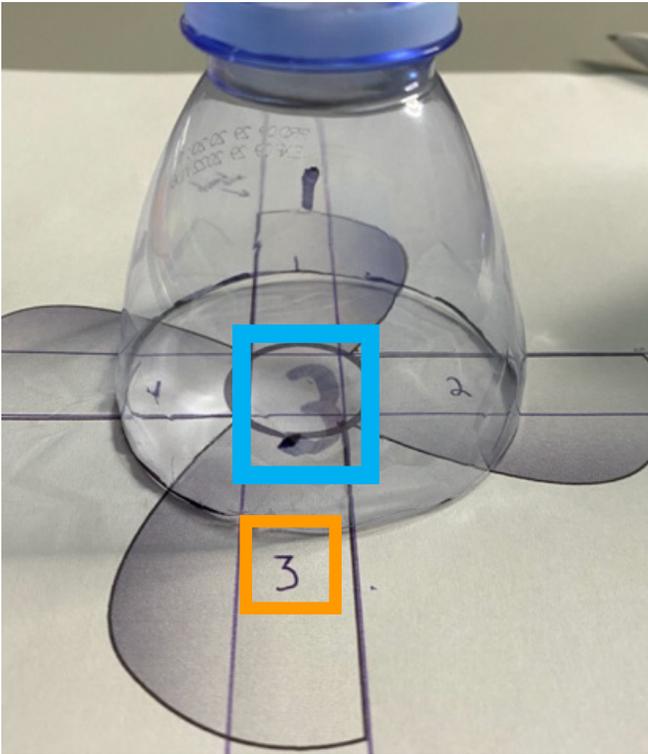
### Paso 2

Corte cuidadosamente a lo largo de la línea alrededor de la botella.



### Paso 3

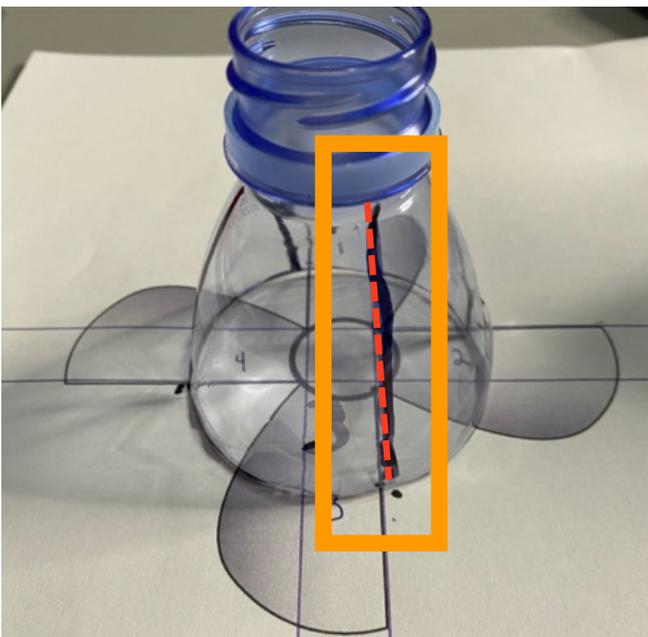
Coloque la tapa de la botella que acaba de cortar sobre la plantilla de hélice. Mirando desde arriba, alinee la boca de la botella de agua con el centro de la plantilla.



**Paso 4**

Cada hélice de la plantilla tiene un número.

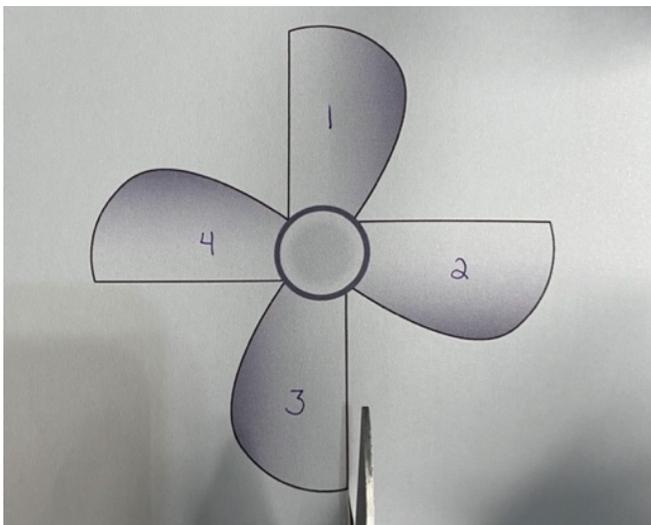
Con un rotulador, escriba cada número en la botella de plástico correspondiente, como se indica.



**Paso 5**

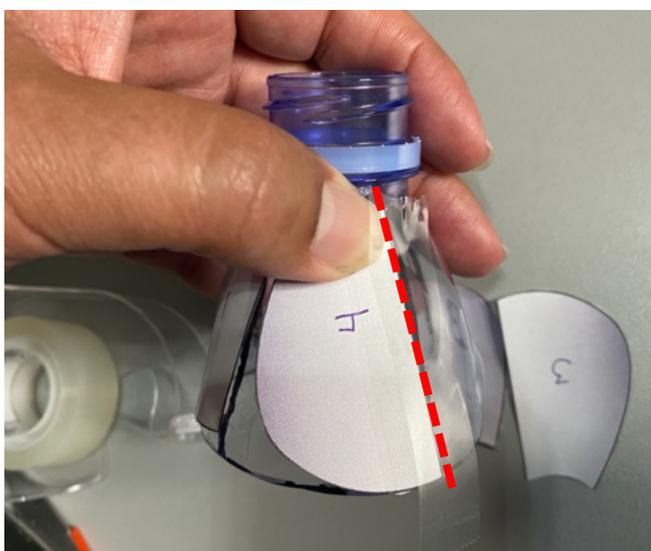
En la plantilla de hélice, observará cuatro líneas rectas. Dibuje una línea desde el cuello de la botella de agua hasta cada una de las líneas rectas.

**No** corte el plástico todavía.



### Paso 6

Retire la botella de la plantilla y corte las cuatro aspas de la hélice de papel de la plantilla.



### Paso 7

Empezando por el aspa de la hélice etiquetada como "1", alinee el borde recto de cada hélice de papel con la línea que dibujó anteriormente. Use cinta transparente para unir cada hélice a la botella de plástico.



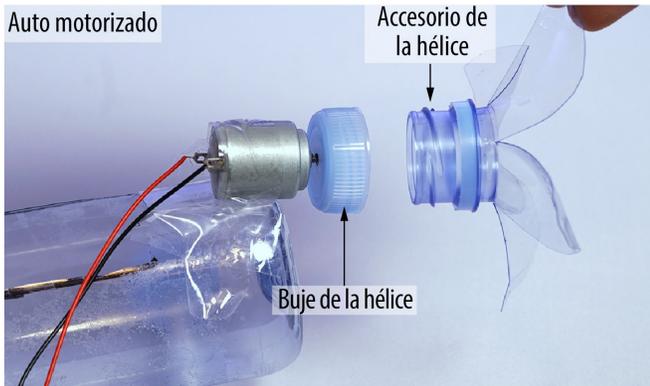
### Paso 8

Revise las hélices pegadas con cinta para asegurarse de que están bien sujetas a la botella. Corte a lo largo de las líneas lentamente. Cuando haya terminado, retire el papel.



**Paso 9**

Tire suavemente para abrir las aspas de la hélice.



**Paso 10**

Finalmente, atornille el accesorio de la hélice en el buje de la hélice.







**Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio**

Sede de la NASA

300 E Street Southwest

Washington DC 20024-3210

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

NP-2021-08-2976-HQ