



Spain



# Lanzamiento de cohetes

TECNOLOGÍA  
ESPACIAL

Calcula y diseña tu propio  
lanzamiento.



LC-P-01

Cuaderno del profesorado  
**Primaria**

Spain



EUROPEAN SPACE EDUCATION RESOURCE OFFICE  
A collaboration between ESA & national partners



# Del espacio al aula

[www.esero.es](http://www.esero.es)

**ESERO Spain** es la Oficina de Educación y Recursos Espaciales (*European Space Education Resource Office*) de la Agencia Espacial Europea (*ESA*) en España. Coordinada desde el Parque de las Ciencias de Granada y articulada mediante la colaboración activa de nodos en cada comunidad autónoma, tiene como objetivo utilizar el **contexto del espacio para fomentar las vocaciones CTIM** (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) proporcionando recursos a toda la comunidad educativa de Primaria y Secundaria, siguiendo las directrices establecidas por *ESA Education*.

A punto de cumplir su primer año de actividad, ESERO Spain ha trabajado con más de 1600 docentes y constituido una red con los primeros 31 embajadores ESERO a nivel nacional. Además, la **colaboración con instituciones educativas ha seguido en aumento** y en los próximos meses la presencia de ESERO Spain se extenderá a todas las regiones. ESERO Spain ya participa activamente en 10 comunidades autónomas.

Durante este tiempo, **tres nuevas oficinas ESERO** han entrado a formar parte de la red europea: Alemania, Dinamarca y Luxemburgo, con quien ya se está trabajando en nuevos proyectos.

---

**1600** profesores ESERO Spain

---

**31** embajadores ESERO Spain

---

**10** Comunidades Autónomas

---



# Lanzamiento de cohetes

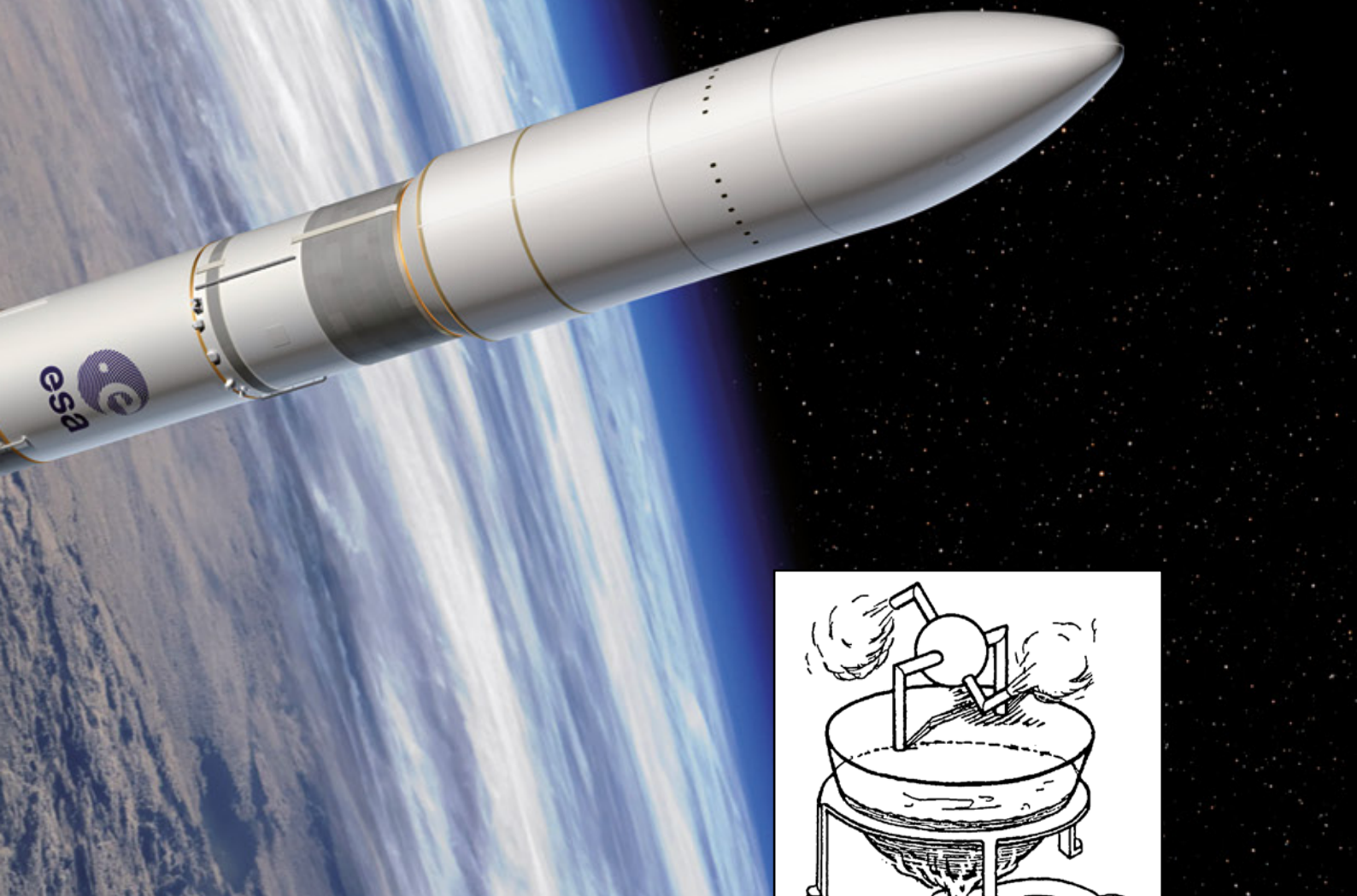
CALCULA Y DISEÑA TU PROPIO LANZAMIENTO

Antes de los vuelos espaciales ya existían los cohetes. Al principio fueron poco más que una curiosidad. Si hacemos un rápido repaso a la historia: en el siglo I de nuestra era, el científico griego Herón de Alejandría desarrolló un primer diseño de motor a reacción (una fuente de calor externa hacía hervir el agua almacenada en un recipiente y el vapor que salía por las boquillas hacía girar la esfera sobre su eje). Pero no fue hasta muchos siglos más tarde, con el descubrimiento de la pólvora (una explosiva mezcla de carbón, azufre y salitre -nitrato potásico) hacia mediados del siglo XI, presumiblemente durante la dinastía Song en China, donde podemos ver los primeros diseños de cohetes como artefactos bélicos.

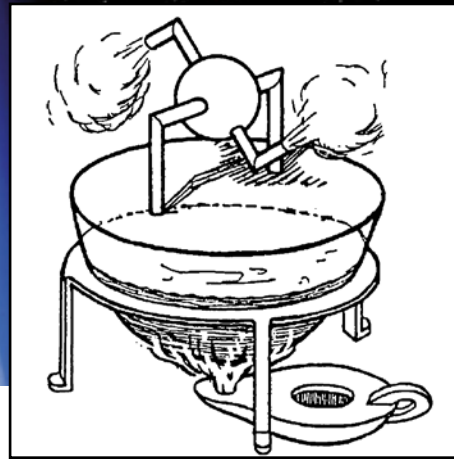
Y es que los científicos tardaron bastante en caer en la cuenta de que los cohetes son "motores a reacción" que rigen su funcionamiento por el principio simple de acción y reacción: cuando los gases de la combustión escapan en una dirección, el cohete sale

disparado en la dirección contraria. No fue hasta el siglo XVII, gracias a las leyes de los movimientos planetarios que enunció Johannes Kepler y que posteriormente Isaac Newton pudo explicar gracias a las tres sencillas leyes del movimiento (ley de inercia, ley fundamental de la dinámica y el principio de acción y reacción), cuando pudimos tener herramientas matemáticas para entender tanto el movimiento de los astros como el de los proyectiles artificiales creados por el ser humano.

Adentrándonos ya en el siglo XIX, con la revolución industrial, llegaron grandes avances en el conocimiento científico y también una oleada de ficción en la literatura inspiraría a las generaciones posteriores hasta convertir el viaje espacial en una realidad. *De la Tierra a la Luna* de Julio Verne y *La guerra de los Mundos* de Herbert George Wells contribuyeron a forjar la imaginación de toda una generación de científicos. Finalmente, ya en el siglo XX, el viaje espacial dejó de



> Ilustración del Ariane 6. ESA-D. Ducros, 2014



> Máquina de Herón.

considerarse un sueño fantástico para verse como un objetivo alcanzable.

En 1903 un desconocido maestro de provincias, Konstantín Tsiolkovski, publicó *La exploración del espacio cósmico por medio de artefactos a reacción*, un conjunto de artículos científicos que detallan muchas de las técnicas y principios que aún se aplican (cohetes de varias fases, aletas deflectoras para desviar la salida de gases, entre otras técnicas). Aunque pasó gran parte de su vida prácticamente en el anonimato, tuvo un reconocimiento generalizado después de la revolución rusa en 1917 y hoy en día se le conoce como el profeta de la cosmonáutica.

A finales de la década de los 50 dio comienzo la carrera espacial, cuando las superpotencias rivales acometieron proezas tecnológicas cada vez más atrevidas hasta ser capaces de lanzar la primera nave tripulada. Y fue la mañana del 16 de julio de 1969 cuando el cohete Saturno V (de más de 110 m de altura, 10 m de diámetro y una masa en el lanzamiento de 3,038,500 kg) fue lanzado con la nave Apollo 11 iniciando un viaje épico que llevó a Neil Amstrong a pisar la luna el 21 de julio de 1969.

En la actualidad, La familia de cohetes más importante de Europa es la Ariane. Desde 1979, cinco tipos principales de cohetes Ariane han volado desde Kourou, el puerto espacial de Europa en la Guayana Francesa.

La versión básica de Ariane-5, llamada Ariane-5 Generic, voló con éxito por primera vez en 1997. Pesó 750 toneladas en el lanzamiento y podría levantar dos satélites que pesen un total de más de seis toneladas en órbita. Sin embargo, para seguir siendo competitivos, el sector del transporte espacial europeo debe evolucionar, innovar y adaptarse a las necesidades del mercado.

Con más de 50 años de experiencia concibiendo e implementando los proyectos espaciales más exitosos e inspiradores, ESA, sus Estados miembros y la industria europea se embarcaron en 2014 en el desarrollo de Ariane 6 y Vega-C: una familia de nuevos sistemas de lanzamiento competitivos, versátiles y confiables.

Y tu, ¿estás preparado para diseñar y lanzar tu propio cohete? A continuación te presentamos unos recursos básicos para ser ¡un buen lanzador de cohetes! //

- 02 Del espacio al aula
- 04 Lanzamiento de cohetes  
Calcula y diseña tu propio lanzamiento
- 08 **Bloque 1**  
Lanzamiento de cohetes
- 11 Resumen
- 12 Contextualización

- 14 **Bloque 2**  
Lanzamiento de cohetes  
Actividades
- 17 Resumen de actividades
- 18 **Actividad 1**  
¡Sácame de este planeta!
- 19 **Actividad 2**  
Aire para el cohete (I)
- 21 **Actividad 3**

## Lanzamiento de cohetes

Tecnología espacial

Calcula y diseña tu propio lanzamiento

2ª Edición. Mayo 2019

Guía para el profesorado

Ciclo  
Primaria

Imagen de portada  
Ilustración del Ariane 5 ECA  
ESA-D. Ducros

Edita  
ESERO Spain  
Parque de las Ciencias. Granada

Esero Spain, 2018 ©

### Dirección

Parque de las Ciencias, Granada.

### ESERO Spain

Domingo Escutia Muñoz. Director Proyectos ESERO Spain  
María del Carmen Botella Almagro. Técnica ESERO Spain

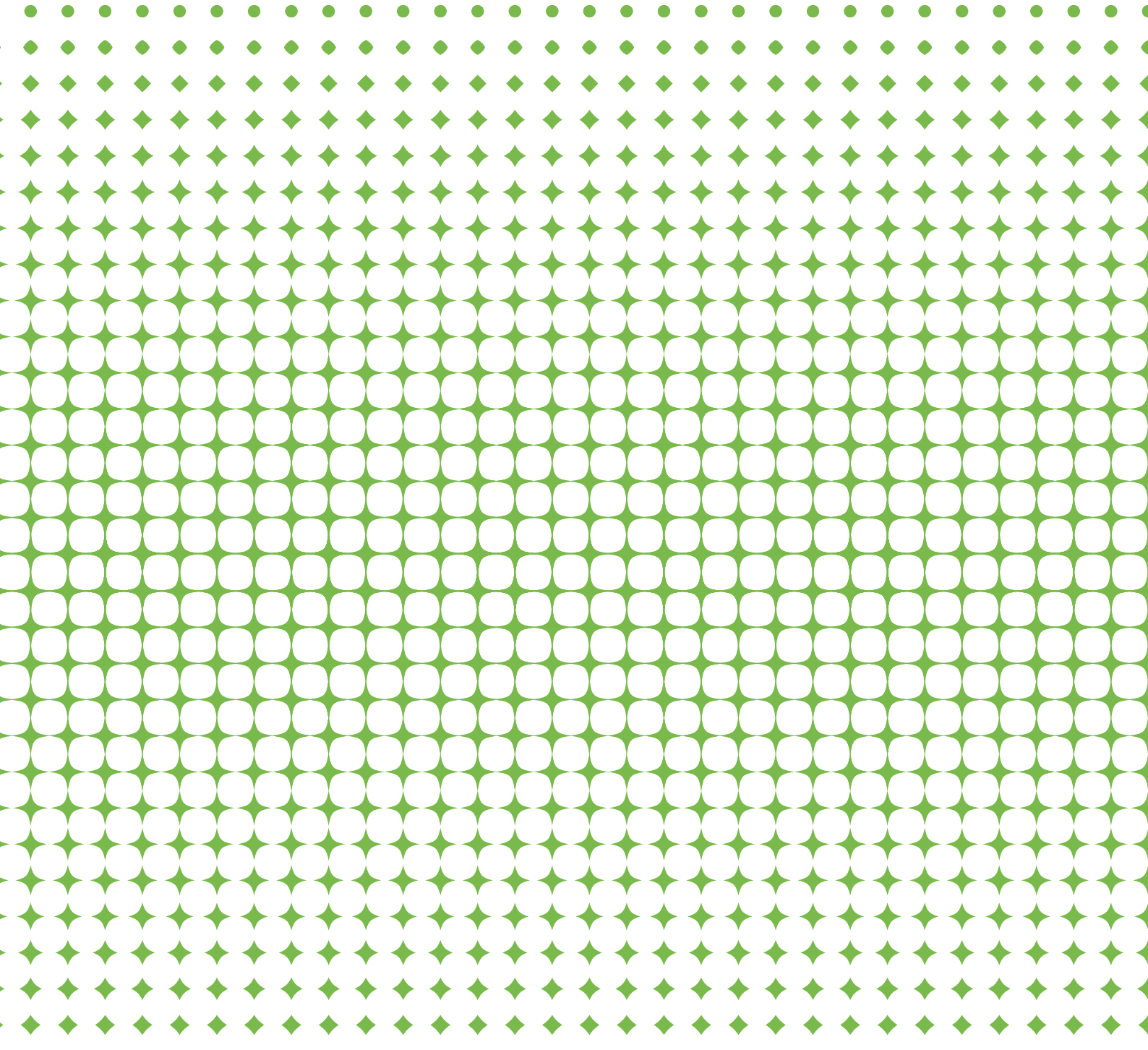
### Material didáctico basado en:

- *¡Up, up, up!*. Primaria  
Colección *Teach with space*. ESA Education

- Aire para el cohete (II)
- 24** Actividad 4  
Combustible para el cohete
- 24** Bloque 3  
Apéndice
- 29** Anexo A  
Cohetes ESA
- 30** Anexo B  
Alerones para la actividad 2
- 30** Anexo C

# sumario

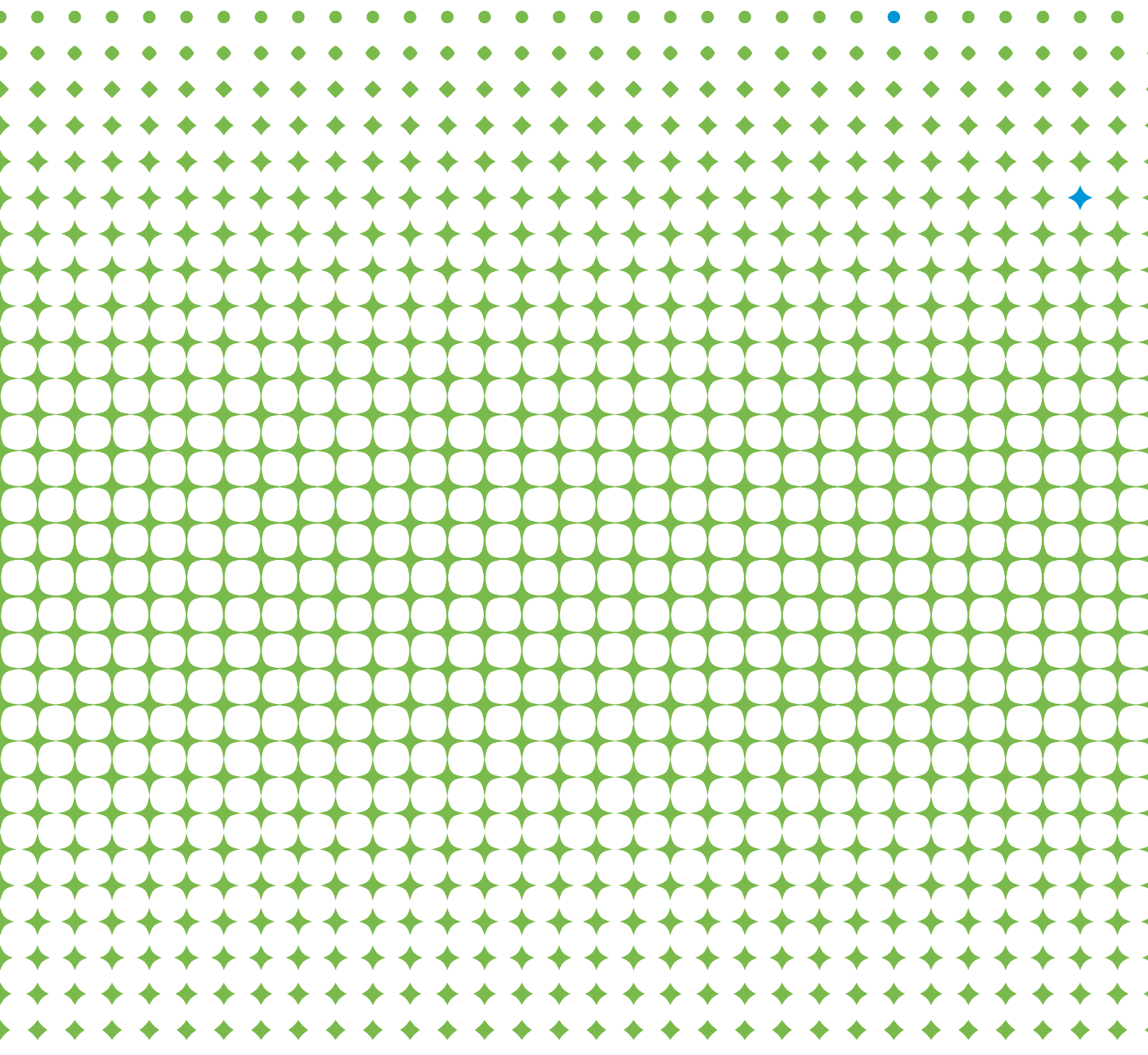
- Alerones y cono para la actividad 3
- 31** Anexo D  
Glosario y enlaces
- 32** Anexo E  
Instrucciones para la construcción  
de una “Lanzadera de cohetes”
- 32** Bloque 4  
Actividades para el alumnado





# bloque 1

## Lanzamiento de cohetes







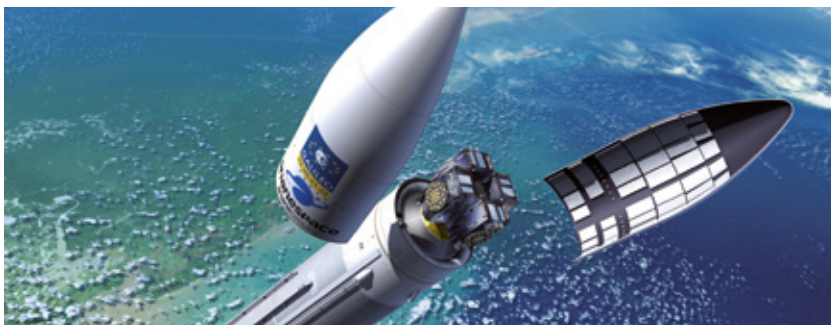
EDAD  
**8-12 años**

DIFICULTAD  
**Sencilla**

LUGARES  
**Aula  
Al aire  
libre**

DURACIÓN  
X ACTIVIDAD  
**25-60  
min**

COSTE  
**Bajo  
Medio**



> Galileos atop Ariane 5. ESA-Pierre Carril, 2017

# Lanzamiento de cohetes

## Resumen

En esta serie de cuatro actividades en grupo los alumnos construirán tres tipos diferentes de cohetes. El primero será un cohete de papel sencillo que se impulsará soplando a través de una pajita; el segundo será un cohete de papel más complejo que se impulsará apretando una botella de agua; y el tercero será un cohete químico. Los alumnos lanzarán sus cohetes para estudiar las variables que influyen en la distancia recorrida y en su trayectoria. Al finalizar las actividades los alumnos habrán adquirido una buena comprensión de lo que son los cohetes y cómo funcionan.

## Contextualización

### A/ ¿Para qué se necesitan los cohetes?

#### DATOS DE INTERÉS

- Edad: 8-12 años
- Complejidad: Sencilla
- Localización: Interior y exterior (para lanzar los cohetes)
- Duración de la actividad: 25-60 minutos por actividad
- Coste de la actividad: Bajo-Medio
- Tiempo de preparación para el docente: 30 minutos
- Tipo de actividad: Grupal
- Incluye el uso de enlace a archivos para el uso del código de lanzamiento de impresión 3D: <http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/1PBL.zip>

#### ¿QUÉ APRENDERÁN LOS ALUMNOS?

- Qué es un cohete y por qué se eleva.
- Nociones sobre la estabilidad del cohete y la importancia de los alerones y de la ojiva.
- Que la distancia recorrida por un cohete depende de la energía o potencia de lanzamiento inicial y del ángulo de lanzamiento inicial.
- Que los objetos necesitan energía para moverse.

#### ¿QUÉ MEJORARÁN LOS ALUMNOS?

- Su capacidad para explorar ideas y ponerlas a prueba.
- Sus destrezas para tomar medidas, interpretar resultados y extraer conclusiones.
- Su capacidad para reconocer y controlar variables cuando sea necesario.
- Sus destrezas para desarrollar un proyecto.

👁 *Nota: Esta información también se encuentra disponible en el bloque de actividades del alumnado.*

En la Tierra existe una fuerza que nos empuja permanentemente hacia el suelo. Estamos tan acostumbrados a esta fuerza que ni siquiera somos conscientes de ella. Cuando saltamos, siempre caemos de nuevo al suelo debido a esta fuerza. Es lo que se conoce como **gravedad**.

Si un astronauta quisiera escapar de la gravedad de la Tierra, tendría que saltar muy, muy alto y muy, muy rápido; de lo contrario, caería de nuevo a la Tierra (*como ocurre en los saltos 1 y 2 del gráfico 1*).

Sin embargo, si el astronauta pudiera saltar en la dirección y con la velocidad adecuadas, podría contrarrestar la fuerte gravedad de la Tierra. Utilizando la dirección y la velocidad adecuadas, en lugar de caer directamente al suelo, se dirigiría hacia la Tierra pero no llegaría nunca a dar contra ella y, a consecuencia de ello, permanecería alrededor de la Tierra y entraría en **órbita** (*Gráfico 1, salto 3*). Los astronautas en la Estación Espacial Internacional y los satélites que observan la Tierra también se encuentran en órbita.

Ningún astronauta puede saltar tan rápido como para escapar de la fuerza gravitatoria de la Tierra. Por esa razón los científicos han inventado los cohetes.

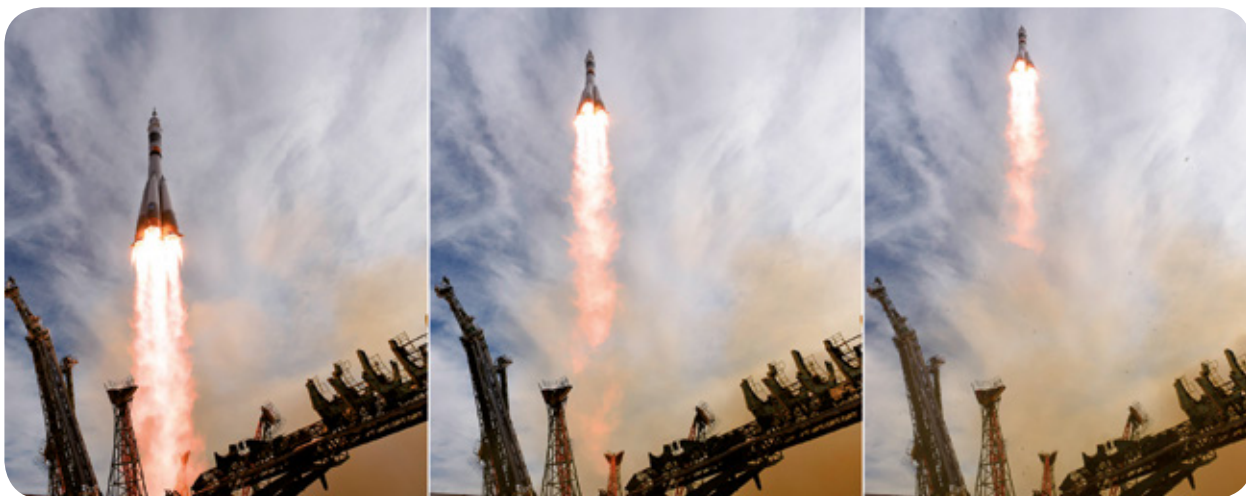
## B/ ¿Por qué se elevan los cohetes?



**Gráfico 1.** La fuerza de la gravedad nos empuja permanentemente hacia el suelo. Para escapar de ella, los astronautas tendrían que saltar a una velocidad muy elevada y en una dirección específica.

👁 **Nota:** Esta información también se encuentra disponible en el bloque de actividades del alumnado.

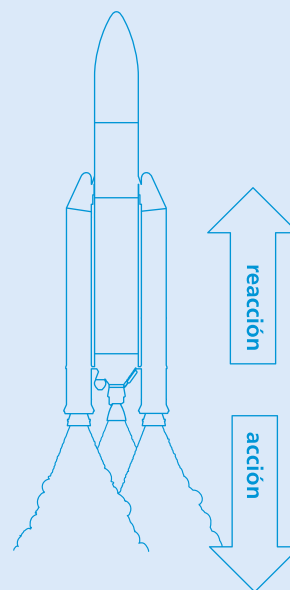
Para lanzar un cohete, se deben quemar miles de kilos de combustible ininterrumpidamente en unos solos minutos. El proceso de quema del combustible genera gases calientes que son expulsados por la parte posterior del cohete, proporcionándole la aceleración y la velocidad necesarias para el lanzamiento (*Gráfico 2*). Cuando los gases calientes son eyectados hacia abajo, se produce una **fuerza de reacción** que impulsa al cohete en sentido opuesto, esto es, hacia arriba. Esta fuerza de reacción recibe el nombre de **empuje**.



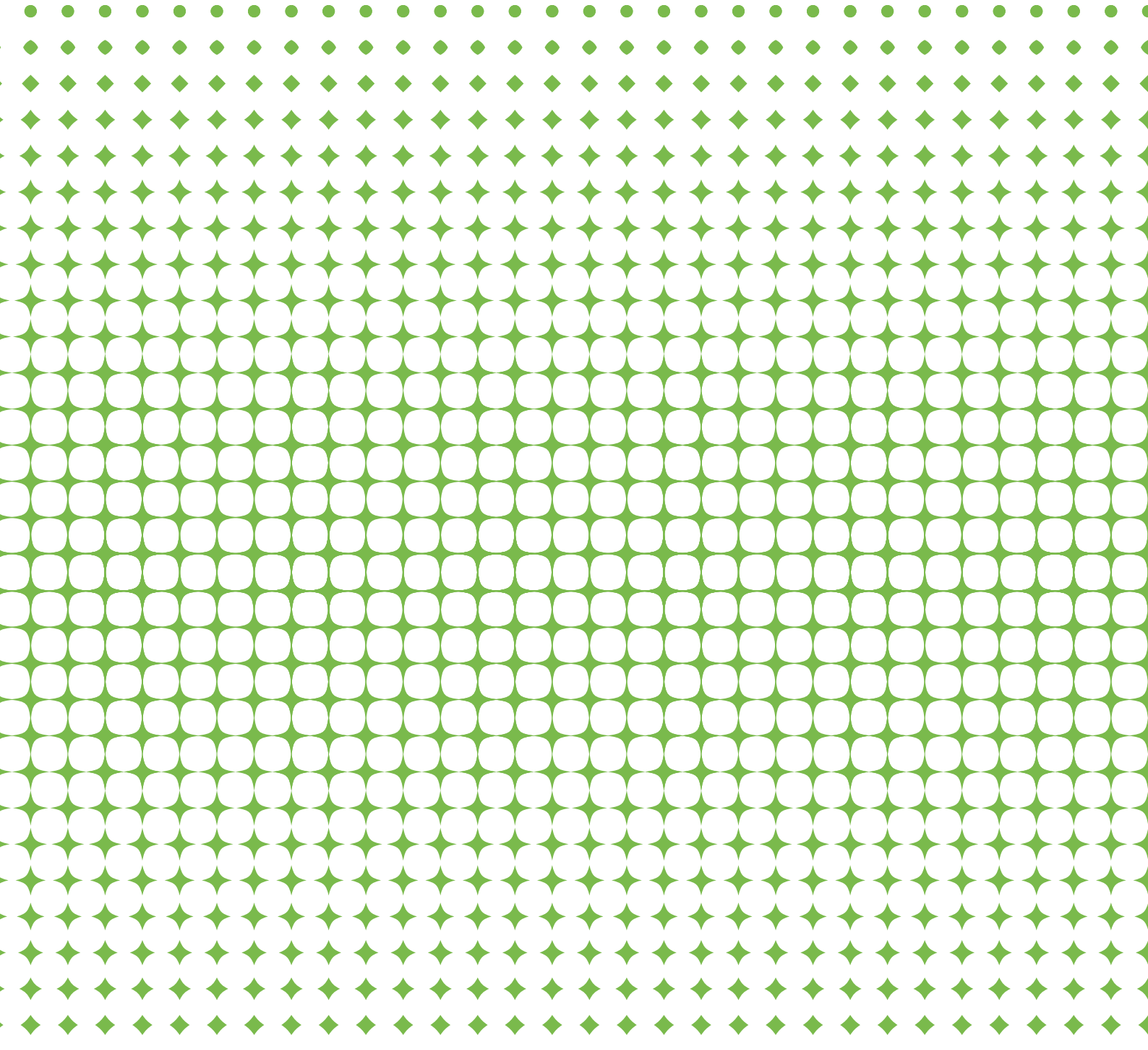
> ESA/S. Corvaja/Mika McKinnon

**Gráfico 2.** Secuencia de lanzamiento de un cohete. Concretamente, éste es el lanzamiento de un cohete Soyuz desde la Guayana Francesa en 2015.

La **tercera ley de Newton** explica el proceso por el que los cohetes generan este empuje: dados dos objetos, siempre que un objeto ejerce una fuerza sobre un segundo objeto, el segundo objeto ejerce una fuerza de igual magnitud y sentido opuesto sobre el primero. Otra forma de explicarlo es que por cada acción, se produce una reacción de igual magnitud y sentido opuesto (*Gráfico 3*). Esto es exactamente lo que ocurre cuando se escapa el aire de un globo. El aire sale en una dirección y el globo se desplaza en el sentido opuesto. En un cohete, los gases de combustión son expulsados por la tobera de los motores produciendo una acción que a su vez genera una fuerza de reacción que impulsa al cohete hacia el cielo y lo adentra en el espacio.



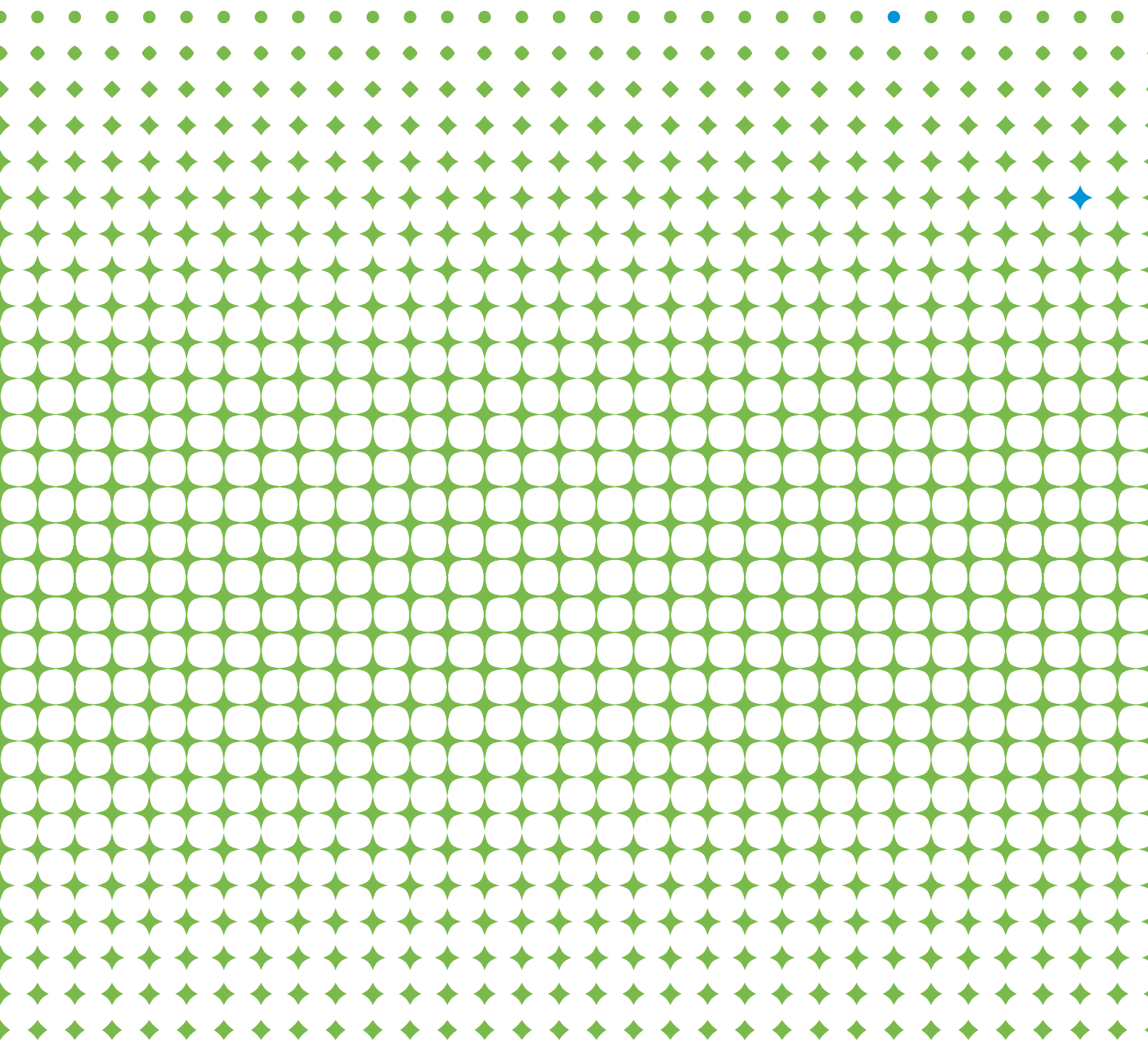
**Gráfico 3.** Tercera ley de Newton o Ley de acción y reacción que explica el proceso por el que un cohete se desplaza hacia arriba.



# bloque 2

¡ARRIBA, ARRIBA, ARRIBA!

actividades







## Resumen de actividades

Las cuatro actividades que se proponen se han desarrollado utilizando un enfoque de aprendizaje de la ciencia basado en la indagación. Los alumnos prepararán y realizarán investigaciones sencillas, anotarán sus predicciones y observaciones y analizarán los resultados. En una última fase diseñarán su propio proyecto de investigación.

Estas actividades pueden realizarse en el aula, aunque se aconseja disponer de un espacio más amplio como el salón de actos, el gimnasio o una zona al aire libre. Se debe elegir una zona para que sea el «área de lanzamiento», desde donde los alumnos lanzarán sus cohetes.

A pesar de que los alumnos trabajarán en grupos de 2 a 4 personas para construir y lanzar los cohetes, las fichas de actividades del alumno deben distribuirse individualmente para que cada uno de ellos anote sus observaciones y conclusiones sobre los diferentes experimentos.

La **actividad 1** introduce a los alumnos en el tema de los cohetes y les permite descubrir para qué se utilizan. Los alumnos investigarán un tipo específico de cohete de la ESA. **Para completar la actividad 1 se necesitarán aproximadamente 25 minutos.**

La **actividad 2** enseña a los alumnos a construir cohetes de papel sencillos. Los alumnos prueban cohetes con y sin ojiva para entender por qué los cohetes están cerrados por el extremo. Esta actividad puede relacionarse con la tercera ley del movimiento de Newton. **Para completar la actividad 2 se necesitarán aproximadamente 30 minutos.**

La **actividad 3** consiste en construir un sistema de lanzamiento utilizando una botella de agua para lanzar un cohete de papel de mayor tamaño. Será necesario utilizar el codo de lanzamiento de impresión 3D. Si en el taller del profesorado de la ESA no te han facilitado un codo de lanzamiento, podrás descargar el **archivo .stl** de la página web de este recurso para obtener una impresión 3D usando una impresora 3D en un espacio colaborativo, o bien recurriendo a un servicio en línea de impresión en 3D. **Para completar la actividad 3 se necesitará aproximadamente 1 hora.**

En la **actividad 4** los alumnos tendrán que crear su propio experimento para investigar el combustible de un cohete. El cohete obtendrá la energía de la reacción que se produce de mezclar un comprimido efervescente (Alka-Seltzer®) con agua. **Para completar la actividad 4 se necesitarán aproximadamente 40 minutos.**



### SEGURIDAD Y PREVENCIÓN

Las actividades que se proponen deben llevarse a cabo bajo la supervisión de un adulto. Es importante formular las siguientes advertencias a los alumnos:

- Ponerse gafas de seguridad durante el lanzamiento para evitar lesiones oculares.
- Lanzar los cohetes en un espacio abierto que haya sido claramente identificado con carácter previo.
- No lanzar los cohetes en dirección a otras personas.
- Mantenerse por detrás del punto de lanzamiento.
- No inclinarse sobre el cohete en caso de que falle el lanzamiento, ya que puede despegar en cualquier momento imprevisto.

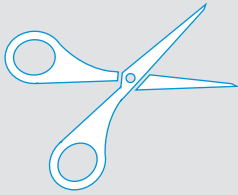


# Actividad 1

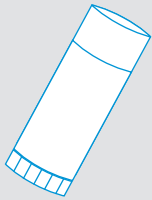
## ¡Sácame de este planeta!

### MATERIAL NECESARIO PARA LA ACTIVIDAD 1:

1 par  
de tijeras

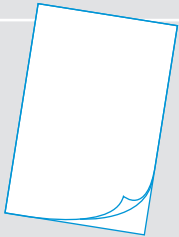


Pegamento



Papel adhesivo

(Opcional: imprimir  
los adhesivos  
de los cohetes  
en el Anexo 1)



### Acceso a Internet

Los alumnos necesitarán tener acceso a Internet para contestar la pregunta 3 de esta actividad.

En esta actividad, los alumnos investigan los cohetes, analizan sus principales características y estudian por qué tienen diferentes tamaños. Los alumnos adquieren una comprensión de lo que son los cohetes y para qué se utilizan.

## Ejercicio

- 1 En el **anexo A**, hay tres series diferentes de adhesivos. Divide la clase en tres grupos. Cada alumno del **Grupo 1** debe recibir la primera serie de adhesivos; cada alumno del **Grupo 2** debe recibir la segunda serie de adhesivos; y cada alumno del **Grupo 3** debe recibir la tercera serie de adhesivos. Pide a los alumnos que relicen el ejercicio 1 de la ficha de actividades del alumno.
- 2 Pide al alumnado que compare y contraste los cohetes y, a continuación, que respondan a la pregunta 2. Para ayudarlos, explícales que los cohetes llevan **cargas útiles** en la sección superior de su cuerpo principal. Algunos cohetes se utilizan para poner satélites en órbita, mientras que otros se han utilizado para llevar personas a la Luna y sondas más allá en el espacio. Los principales elementos que influyen en el tamaño global de un cohete son las dimensiones de la carga útil y el destino u objetivo (cuanto más lejos se quiera llegar en el espacio, mayor la cantidad de combustible y, por consiguiente, más depósitos adicionales serán necesarios).
- 3 Divide cada grupo en tres grupos menores. Cada subgrupo debe investigar uno de los tres cohetes de su serie de adhesivos (tú decidirás qué subgrupo estudia cada cohete). Explica a la clase qué cohete deben investigar y cómo pueden llevar a cabo esta exploración. Los alumnos pueden buscar información en Internet y responder a la pregunta 3 de la ficha de actividades. Pide que un representante de cada grupo presente las características principales de su cohete.

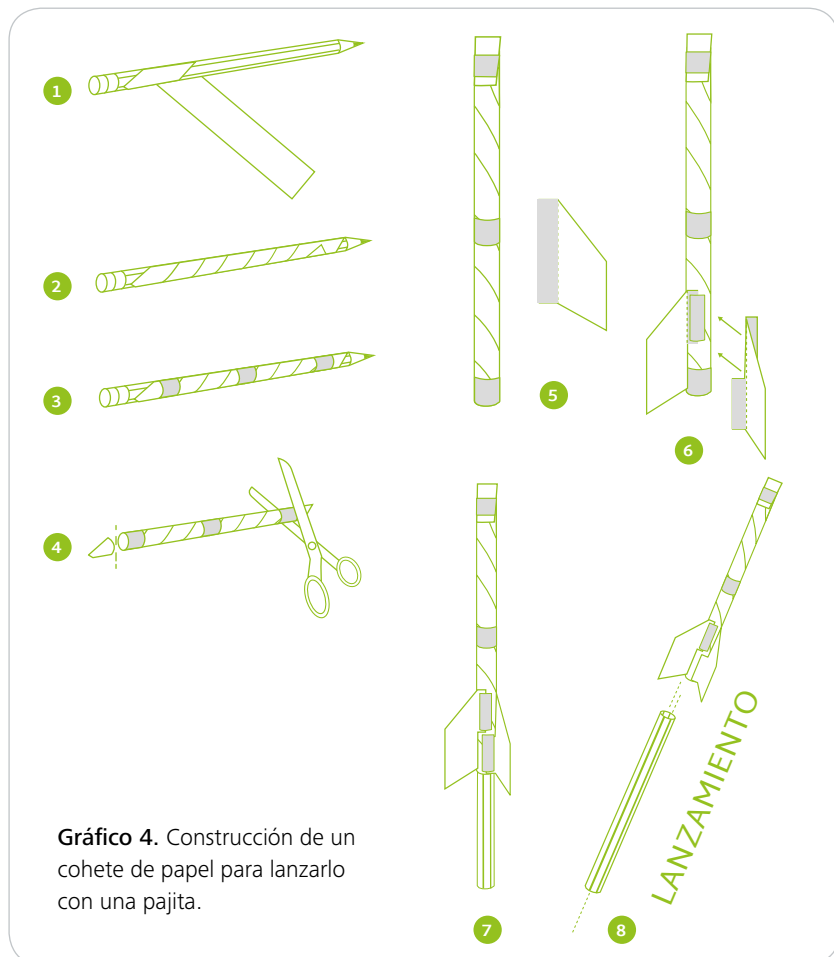
## Actividad 2

# Aire para el cohete (I)

En esta actividad, los alumnos empiezan a explorar cohetes de papel. Construirán un cohete de papel y observarán como se comporta en vuelo en dos fases de desarrollo diferentes. Primero lanzarán el cohete con el extremo abierto. Después lo lanzarán con el extremo doblado para simular una ojiva. Los alumnos utilizarán un pajita para lanzar los cohetes. Al final de la actividad comprenderán que los cohetes funcionan gracias a la tercera ley del movimiento de Newton.

### Ejercicio

- 1 Reparte a cada grupo el material que necesitan para construir y lanzar un cohete. En un principio, los alumnos **solo** seguirán las instrucciones de los pasos 1 a 4 de la figura de abajo (Gráfico 4), que también se presenta en la ficha de actividades del alumno, para construir el cuerpo de su cohete.



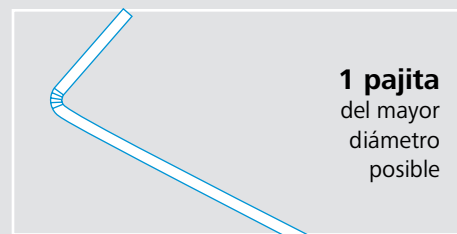
**Gráfico 4.** Construcción de un cohete de papel para lanzarlo con una pajita.



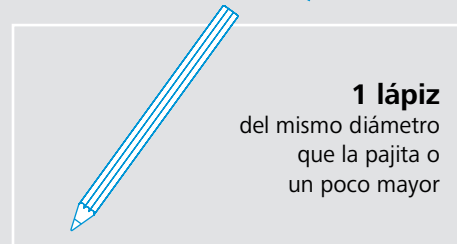
#### MATERIAL NECESARIO PARA LA ACTIVIDAD 2:



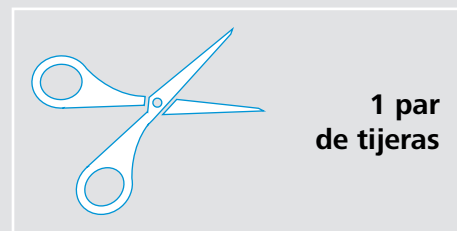
**1 hoja de papel A4**



**1 pajita** del mayor diámetro posible



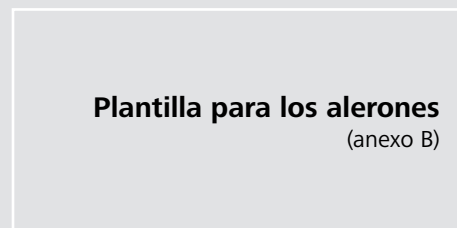
**1 lápiz** del mismo diámetro que la pajita o un poco mayor



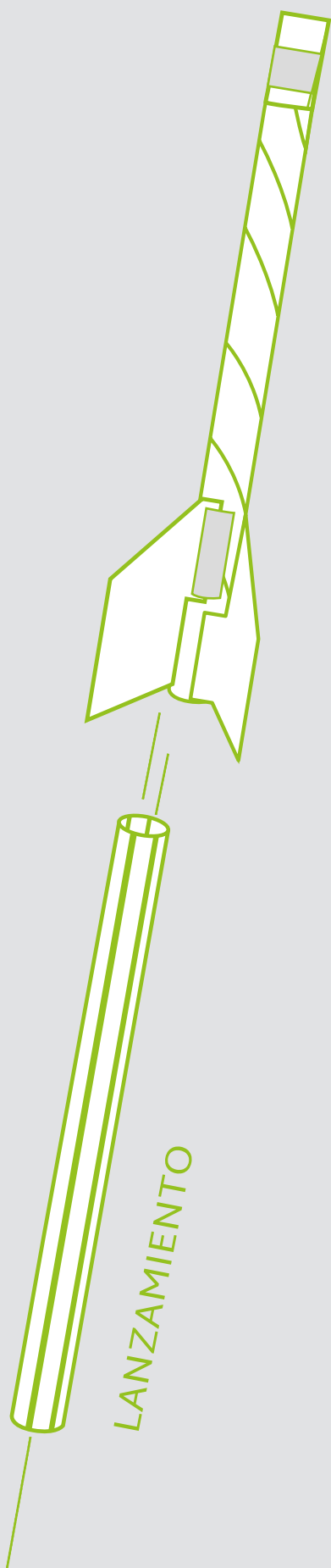
**1 par de tijeras**



**Cinta adhesiva**



**Plantilla para los alerones** (anexo B)



- 2 Antes de iniciar el lanzamiento de los cohetes, debes preguntar a los alumnos por grupos cómo creen que se comportará su correspondiente cohete en el aire. ¿Qué trayectoria esperan que siga el cohete en el aire? ¿Va a volar muy lejos? Los alumnos deben anotar sus predicciones en la Tabla 2 de la ficha de actividades.
- 3 A continuación, un miembro de cada grupo debe dirigirse al «área de lanzamiento» para lanzar el cohete de su grupo. Todos los alumnos deben tener visibilidad para divisar el lanzamiento, y después anotar lo que observen en la Tabla 2.
- 4 Ahora los alumnos deben mejorar su cohete. Para ello, añadirán alerones y un extremo puntiagudo que actuará de ojiva. Los alumnos deben seguir las instrucciones 5 a 7 del Gráfico 4. Solo la adición de la ojiva es importante en esta actividad; la inclusión de los alerones solo pretende aportar más diversión a los alumnos.
- 5 Los alumnos anotarán sus predicciones y observaciones para el segundo lanzamiento en la Tabla 2.
- 6 Pide a los alumnos que respondan a las preguntas 2 y 3 de su ficha de actividades. A continuación se iniciará un debate para comentar todas las respuestas. Tras comentar la pregunta 3, reaviva el debate preguntando a los alumnos si han visto alguna vez imágenes o vídeos del lanzamiento de un cohete de verdad. Pídeles que describan el momento del lanzamiento (deberían reconocer el sonido y la luz que proceden de la quema del combustible y de los gases de escape que salen expulsados del cohete).

## Respuestas a las preguntas 2 y 3 del debate

- 2 Compara tus observaciones entre el **Lanzamiento 1** y el **Lanzamiento 2**. Describe y explica las posibles diferencias entre los dos lanzamientos.

El cohete que no tenga el extremo doblado no volará nada y el que tenga ojiva volará con una trayectoria parabólica. Soplar por la pajita creará una mayor presión tras el cohete. No obstante, esto solo ocurrirá en el cohete que tenga ojiva. El extremo doblado evita que el aire se salga de forma inmediata del cohete de papel, de forma que el aire en el interior se mantiene presurizado. Esto produce una fuerza de acción. En los cohetes de verdad, esta fuerza de acción la producen los gases calientes que salen expulsados por la cara posterior del cohete. El lanzamiento del cohete realmente se produce por la fuerza de reacción de igual magnitud y dirección opuesta (tercera ley de Newton).

- 3 Basándote en tus observaciones, explica qué crees que se necesita para lanzar un cohete al espacio. ¿En qué se diferencia el lanzamiento de un cohete de verdad al de un cohete de papel?

Para lanzar un cohete al espacio, es necesario darle energía. En la vida real, los cohetes obtienen su energía de la quema del combustible, que provoca la emisión de gases por su cara posterior y los lanzan en sentido contrario. Los cohetes de papel obtienen su energía del aire en movimiento.

## Actividad 3

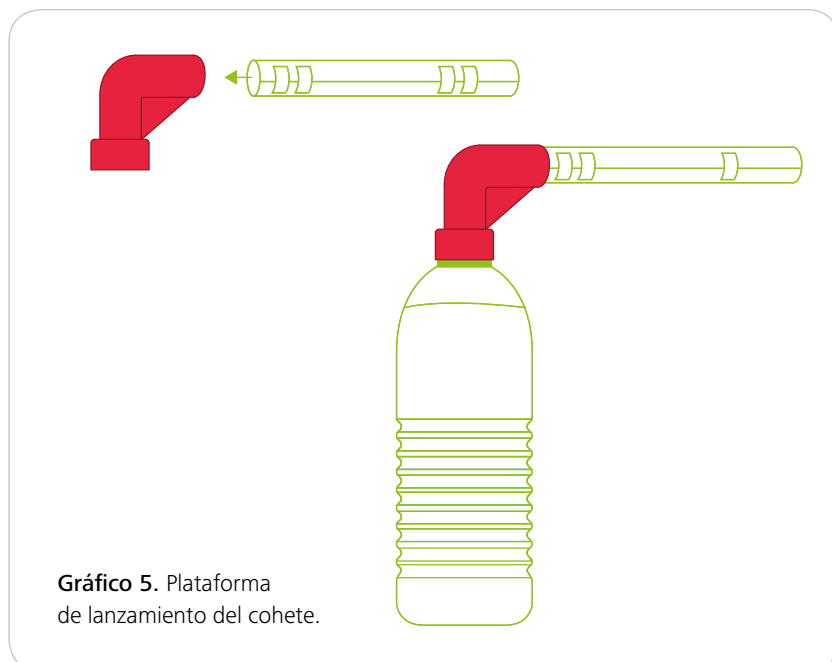
# Aire para el cohete (II)

En esta actividad, los alumnos construirán un cohete de papel y utilizarán una botella de agua de plástico para lanzarlo. Investigarán de qué forma, el cambio del ángulo de lanzamiento, influirá en la trayectoria del cohete y contestarán a la pregunta clave: ¿qué ángulo de lanzamiento hace que el cohete se desplace más lejos en un plano horizontal? Como actividad de seguimiento, los alumnos pueden investigar de qué forma influye la presión del lanzamiento en la trayectoria de un cohete. Los alumnos acabarán entendiendo que el cambio de variables influye en el movimiento de un cohete.

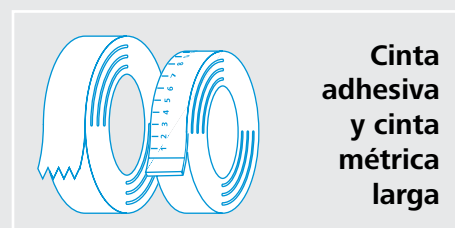
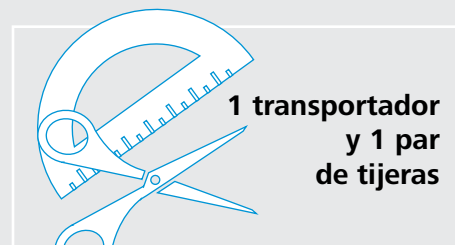
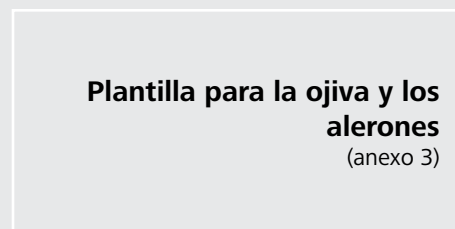
### Ejercicio

- 1 Distribuye a cada grupo el material descrito en la lista de materiales. Los alumnos empezarán montando la plataforma de lanzamiento del cohete (*Gráfico 5*) y, a continuación, construirán el cohete de papel. Asegúrate de que las plataformas de los cohetes estén bien sujetas con cinta adhesiva. Para obtener más instrucciones detalladas, consulta la ficha de actividades del alumno.

👁 *Los alumnos pueden cortar los alerones y la ojiva de la plantilla del anexo C.*



#### MATERIAL NECESARIO PARA LA ACTIVIDAD 3:





- 2 Antes de iniciar el lanzamiento de los cohetes, explica a los equipos que van a investigar de qué manera influye el cambio de ángulo de lanzamiento en la distancia horizontal recorrida por el cohete. Pídeles que hagan sus predicciones sobre la relación entre estos dos parámetros.
- 3 Asigna las tareas a los miembros de los equipos. Un alumno será el lanzador, otro confirmará el ángulo de lanzamiento y dará el orden de lanzamiento y un tercero medirá la distancia de lanzamiento y retornará el cohete al lugar de lanzamiento para el próximo vuelo.

👁 **Nota:** Como ayuda para medir las distancias largas, los alumnos pueden colocar marcadores (por ejemplo, conos) en intervalos de 1 m, hasta un punto máximo de 20 m desde el lugar de lanzamiento. Así, contando los conos podrán medir la distancia recorrida por sus respectivos cohetes.

- 4 Los alumnos lanzarán dos veces el cohete para cada ángulo de lanzamiento ( $75^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $30^\circ$ ) y calcularán la distancia media recorrida. Se debe recordar a los alumnos que deben intentar repetir el lanzamiento exactamente en las mismas condiciones (con el mismo ángulo de lanzamiento y la misma fuerza de presión en la botella de agua).
- 5 Los alumnos deben anotar la distancia recorrida en la **Tabla 3**. Después, los más mayores pueden dibujar una gráfica de la distancia recorrida frente al ángulo de lanzamiento (consulta el gráfico 6 en la página 23 para visualizar los resultados).

6 Pide a los alumnos que respondan a las preguntas 2 y 3, en el apartado de debate, de su ficha de actividades. Comenta en forma de debate las respuestas.

- 7 Como ampliación de la tarea, pide a los alumnos que reflexionen sobre qué ocurriría en la trayectoria del cohete si presionaran la botella de agua con más fuerza. Los alumnos deben anotar sus hipótesis en la ficha de actividades.
- 8 Ahora los alumnos pondrán a prueba sus hipótesis. Pregúntales cómo pueden probar sus hipótesis de forma justa. Haz hincapié en la importancia de que solo se debe cambiar un aspecto (una sola variable) en la prueba. En esta actividad, la única variable que cambiará será la fuerza que se aplique a la botella (presión de lanzamiento).
- 9 Ahora los alumnos compararán sus resultados con los de la actividad anterior. Para ello deben elegir un valor para el ángulo de lanzamiento de la **Tabla 3**.
- 10 Pide a los alumnos que respondan a las preguntas 2 y 3 de la ficha de seguimiento. Comenta en forma de debate las respuestas.

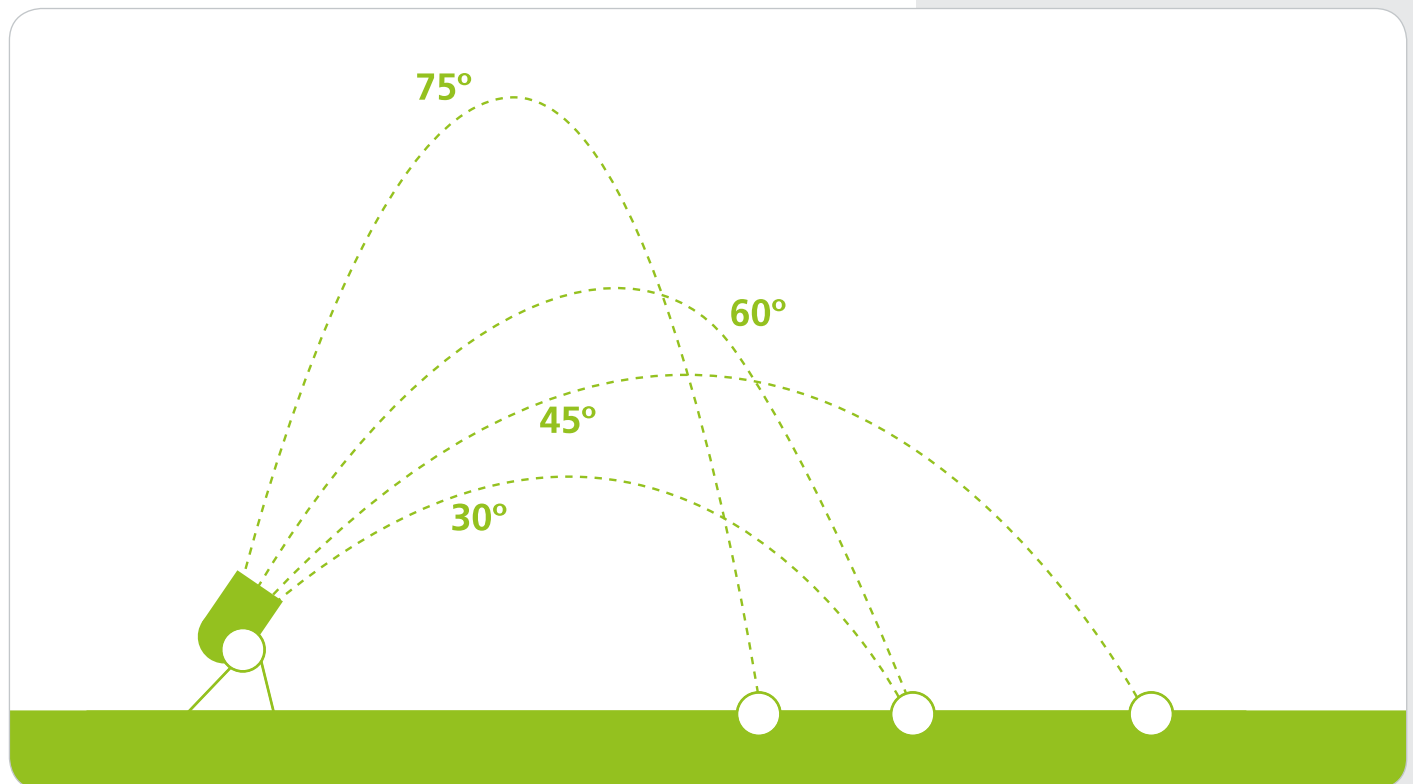
## Respuestas a las preguntas del debate

- 2 A partir de los resultados obtenidos, explica de qué manera influye el ángulo de lanzamiento en la trayectoria del cohete.

Los alumnos observarán que cuando el cohete es lanzado con un ángulo de  $45^\circ$  recorre una mayor distancia. También observarán que cuando el cohete es lanzado con un ángulo de  $30^\circ$  y de  $60^\circ$  recorre la misma distancia (Figura A7).

Por último, cuando se lanza el cohete recto hacia arriba con un ángulo de  $90^\circ$  (sin prestar atención a las corrientes de aire), el cohete regresa a su lugar de lanzamiento una vez que se detiene el movimiento hacia arriba. La gravedad provoca que el cohete de papel desacelere su ascenso y que luego acelere su descenso hacia el suelo.

Cuando el cohete es lanzado con un ángulo inferior a  $90^\circ$ , su recorrido sigue un arco que está determinado por el propio ángulo de lanzamiento, que lo hará aterrizar a cierta distancia del lugar de lanzamiento. La distancia a la que aterrizará el cohete desde el lugar de lanzamiento dependerá del ángulo de lanzamiento y de la velocidad inicial. En esta actividad, la velocidad inicial estará controlada por la cantidad de presión que se aplique en la botella.



- 3 Identifica dos posibles fuentes de incertidumbre a la hora de utilizar este método para lanzar cohetes.

Los alumnos pueden encontrar ligeras diferencias en los resultados aún cuando los equipos pongan mucho empeño en mantener la consistencia. Esto puede ocurrir debido a que en este método no se mide la presión inicial que se aplica en la botella y, por consiguiente, resulta difícil controlarla. Por otra parte, cuando se presiona con fuerza la botella para lanzar el cohete, es posible que el ángulo de lanzamiento varíe ligeramente. A fin de mejorar la precisión de los resultados, es importante repetir los ensayos y hacer una media de todos ellos.

**Gráfico 6.** Ángulo de lanzamiento frente a distancia recorrida por los cohetes con una misma velocidad de lanzamiento inicial. Adaptado del vídeo de la ESA: ATV Jules Verne - *The science of leaving the Earth* (ATV Julio Verne: *la ciencia de abandonar la Tierra*).



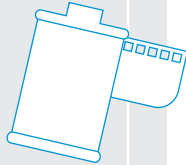
## Actividad 4

# Combustible para el cohete

### MATERIAL NECESARIO PARA LA ACTIVIDAD 4:

**1 cartucho de carrete fotográfico de 35 mm de color blanco**

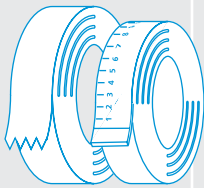
(El carrete de color blanco funciona mejor que el negro)



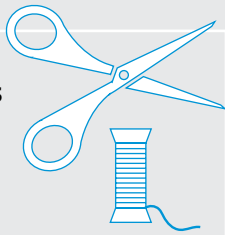
**Comprimidos efervescentes y agua**



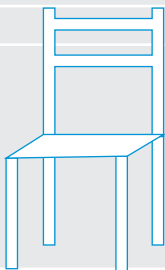
**Cinta métrica larga y cinta adhesiva**



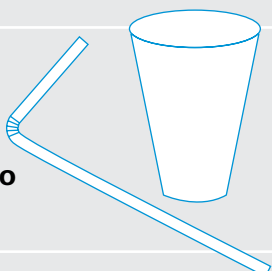
**1 par de tijeras y 5 metros de hilo de pescar**



**2 sillas**



**1 pajita y 1 vaso de plástico**



En esta actividad, los alumnos harán un cohete con un comprimido efervescente para investigar la relación entre la cantidad de combustible que utiliza un cohete y la distancia que recorre. Diseñando su propio experimento para llevar a cabo la investigación, los alumnos adquirirán una buena comprensión de cómo funcionan los cohetes.

## Ejercicio

- 1 Asigna a cada grupo una zona en la que puedan trabajar y proporciónales el equipo necesario para llevar a cabo la investigación. Asegúrate de que los distintos grupos disponen de suficiente espacio entre las «áreas de trabajo» para que puedan moverse con seguridad. Ofrece solo un comprimido efervescente a cada equipo (¡es posible obtener buenos resultados solo con una cuarta parte del comprimido!).
- 2 Asegúrate de que los alumnos son conscientes de que, para que el experimento sea válido, solo deben alterar una variable a la vez.
- 3 Es posible que sea necesario enseñar a algunos equipos lo que ocurre cuando se mezcla el agua con un comprimido efervescente. Anima a los alumnos a que intenten hacerlo en el vaso de plástico que se les ha proporcionado y comenta sus observaciones.  
*En función de la edad de los alumnos, es posible que tengas que mostrarles el Gráfico 7 para darles pistas de cómo montar el experimento.*
- 4 Una vez que cada equipo haya realizado un lanzamiento con éxito, pide a un representante de cada equipo que explique el experimento y que presente los resultados.

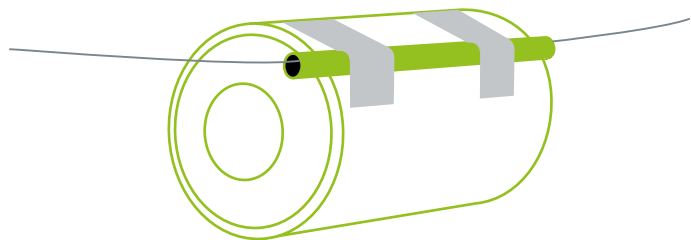
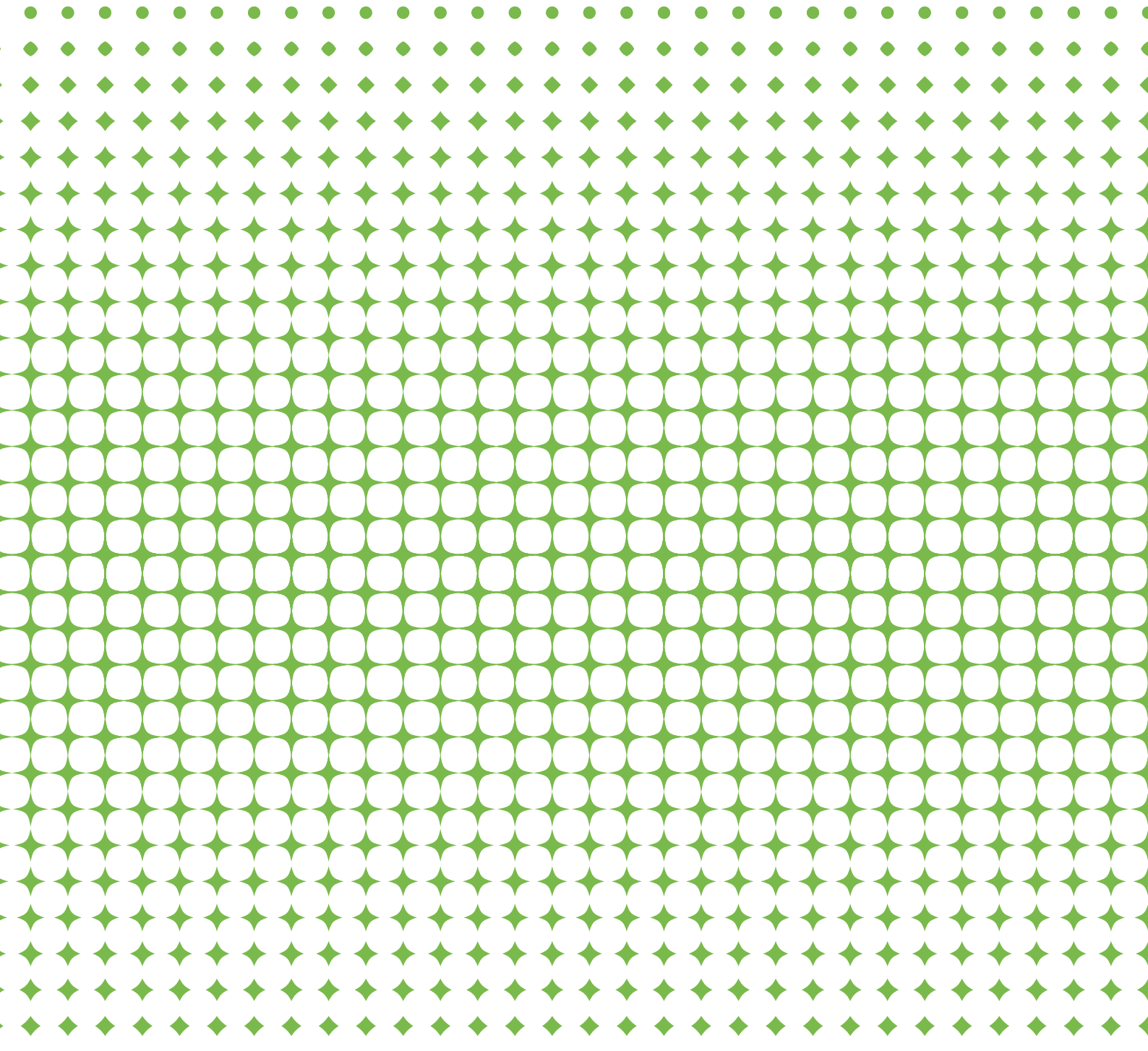


Gráfico 7. Montaje del experimento.

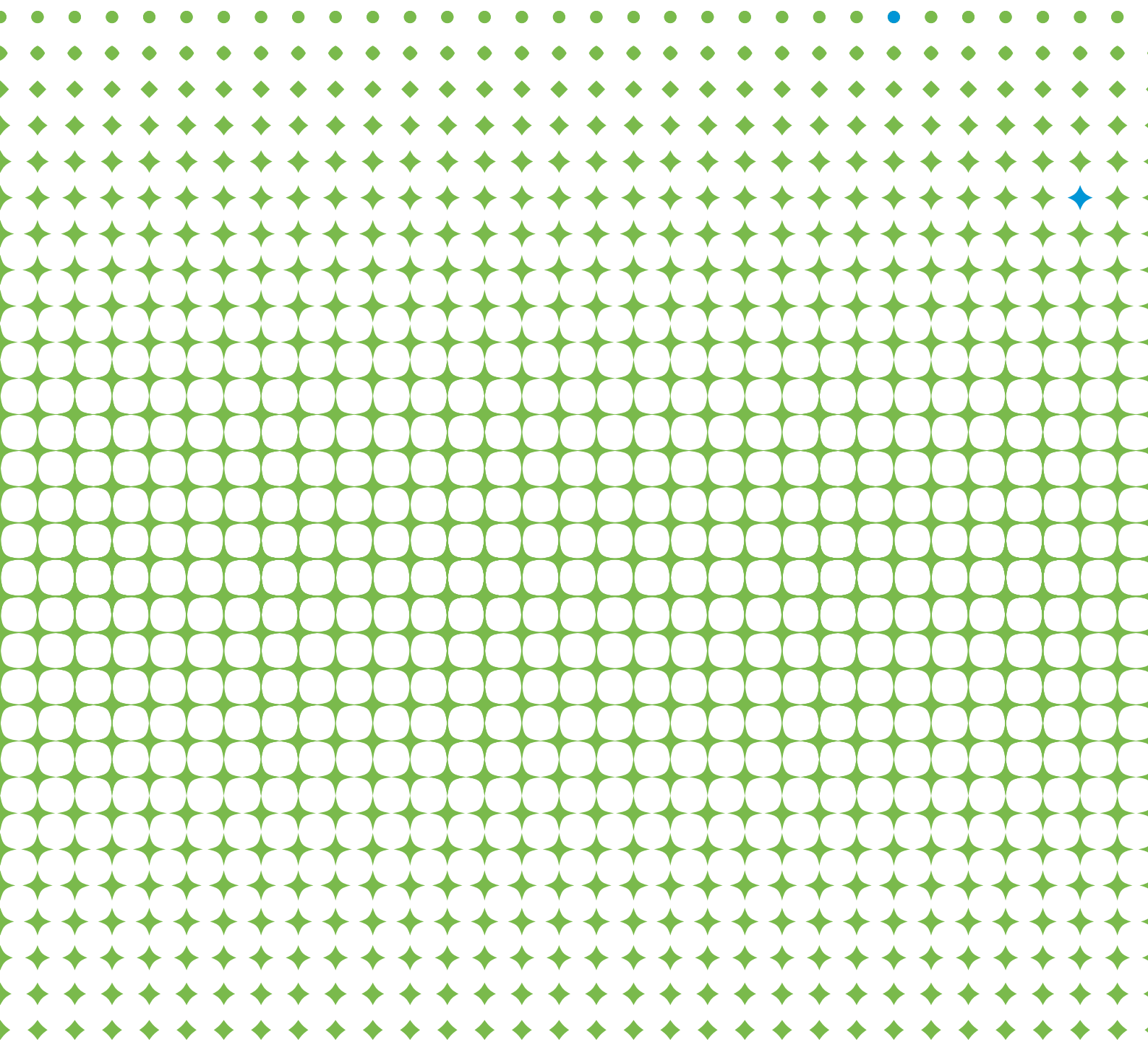






# bloque 3

anexos





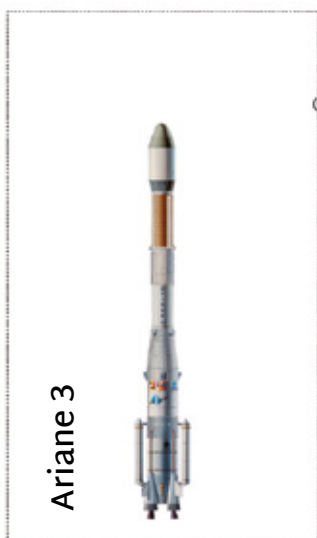
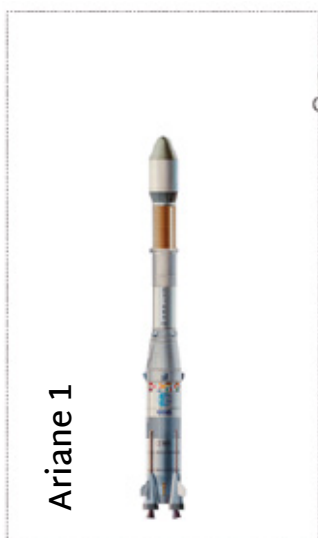
# Anexo A

## Cohetes ESA

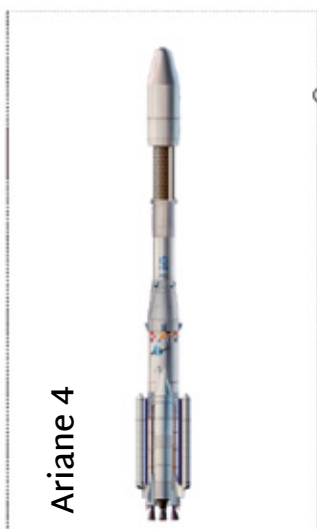
### Serie 1



### Serie 2

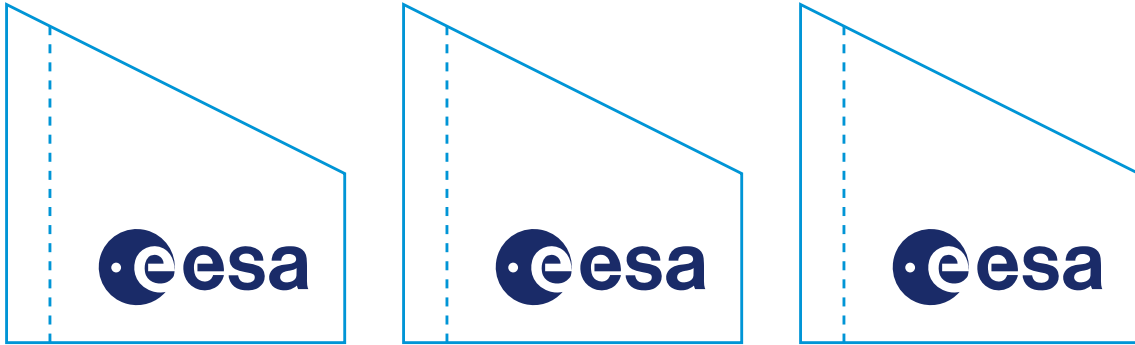


### Serie 3



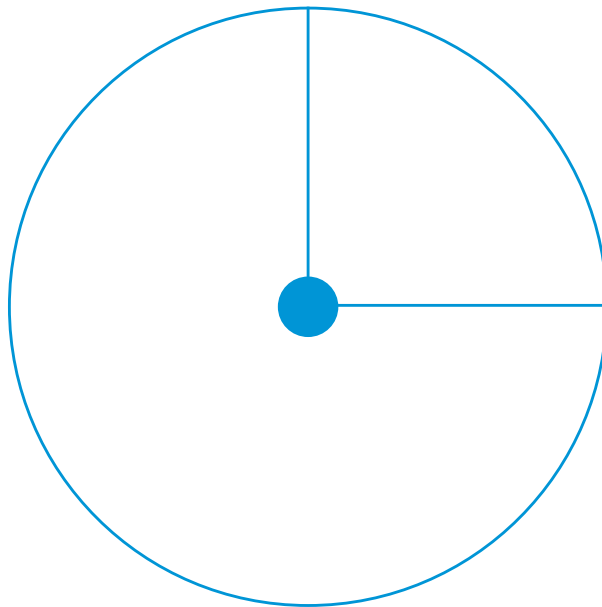
## Anexo B

# Alerones para la actividad 2



## Anexo C

# Alerones y ojiva para la actividad 3



## Anexo D

### Glosario de términos especializados que aparecen en las fichas de actividades del alumnado



#### ENLACES

##### Recursos de ESA

Recursos de ESA para usar en clase:

[www.esa.int/Education/Classroom\\_resources](http://www.esa.int/Education/Classroom_resources)

Página de ESA para niños:

[www.esa.int/esaKIDSes/](http://www.esa.int/esaKIDSes/)

*Paxi Fun Book* (libro de actividades sobre el Sistema Solar y el universo):

<http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/PaxiFunBook>

##### Información adicional sobre cohetes

Actividad 1. Lanzadores de la ESA

[www.esa.int/Our\\_Activities/Launchers/Launch\\_vehicles/Europe\\_s\\_launchers](http://www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Launch_vehicles/Europe_s_launchers)

Actividad 1. ESA kids - Cohetes europeos

[https://www.esa.int/esaKIDSes/SEMUFKX-DE2E\\_Technology\\_0.html](https://www.esa.int/esaKIDSes/SEMUFKX-DE2E_Technology_0.html)

Actividad 2. Las tres leyes del movimiento de Newton

[www.esa.int/Education/Mission\\_1\\_Newton\\_in\\_Space](http://www.esa.int/Education/Mission_1_Newton_in_Space)

Actividad 2. Despegue de ExoMars 2016

<https://youtu.be/wbSvBICfGc>

Actividad 3. *ATV Jules Verne - The science of leaving the Earth* (ATV Julio Verne: la ciencia de abandonar la Tierra)

[www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/ATV\\_Jules\\_Verne\\_-\\_The\\_science\\_of\\_leaving\\_the\\_Earth](http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/ATV_Jules_Verne_-_The_science_of_leaving_the_Earth)

Actividad 4. Cómo funciona un lanzador

[https://www.esa.int/esaKIDSes/SEM84KX-DE2E\\_Technology\\_0.html](https://www.esa.int/esaKIDSes/SEM84KX-DE2E_Technology_0.html)

Archivos de código de lanzamiento de impresión 3D

<http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/1PBL.zip>

**Carga útil:** La carga transportada por un vehículo, que deberá entregarse en un destino específico. En el caso de un cohete, normalmente son satélites, aunque también puede tratarse de personas.

**Empuje:** La fuerza propulsiva del motor de un avión o de un cohete.

**Fuerza de reacción:** La fuerza siempre se produce en pares. Una fuerza de reacción es la fuerza que actúa en sentido opuesto a una fuerza de acción inicial.

**Gravedad:** Fuerza de atracción entre dos objetos; en este caso, entre la Tierra y nosotros.

**Órbita:** Trayectoria circular o elíptica que recorre un objeto alrededor de otro.

**Trayectoria:** El recorrido que sigue un objeto cuando se pone en movimiento bajo la acción de una serie de fuerzas.

## Anexo E

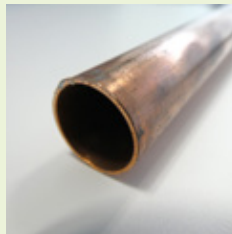
### Instrucciones para la construcción de una “Lanzadera de cohetes”

La siguiente guía señala los pasos a seguir para construir una lanzadera de cohetes. Durante la construcción de la misma, es importante extremar la precaución en el uso de las herramientas de corte y perforación y utilizar los elementos de protección necesarios en cada caso. El lugar donde se vaya a realizar la fabricación de la plataforma ha de tener ventilación y estar acondicionado para realizar todo el proceso con total seguridad.

#### A/ Materiales



**1 tablero de madera**  
o aglomerado  
plastificado. 40x60  
cm. Grosor: 16 mm



**Tubo de cobre**  
de 18 mm  
de diámetro



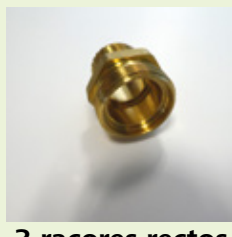
**Llave de corte de esfera.**  
1/2" H-H



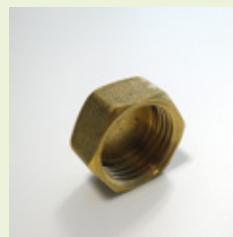
**3 codos a 90° de compresión mecánica**  
para tubo de cobre de 18 mm de diámetro



**9 adaptadores**  
para tubo de cobre de 18 mm de diámetro



**3 racores rectos macho de 1/2"**  
para tubo de 18 mm de diámetro



**1 tapón de latón roca hembra 1/2"**



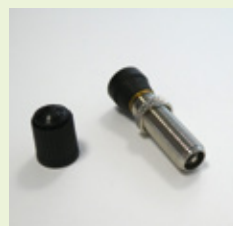
**6 abrazaderas metálicas**



**6 topes de elevación de caucho o PVC**



**6 tornillos rosca**  
para madera: 6 tornillos de 15 mm de longitud y 1 tornillo de 20 mm de longitud. Cabeza de estrella



**1 válvula**  
de 32 mm de largo



**Cinta aislante negra**





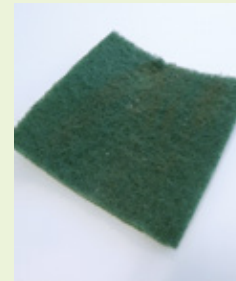
**Tijeras**



**Martillo  
y taladro**



**Corta tubos**



**Estropajo**



**Laca zapón para  
metales**



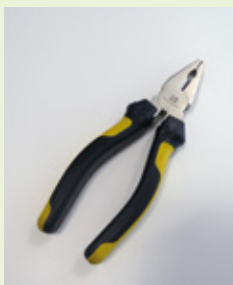
**Llave inglesa**



**Teflón en cinta**



**Destornillador  
de estrella**



**Alicates**



**Goma Eva  
de 1 mm de grosor**



**Alcohol 96°**



**5 patines de  
clavar**



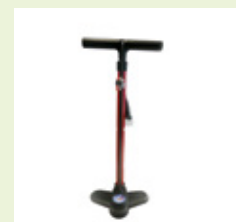
**Metro**



**Brocas**



**Atornillador  
eléctrico**

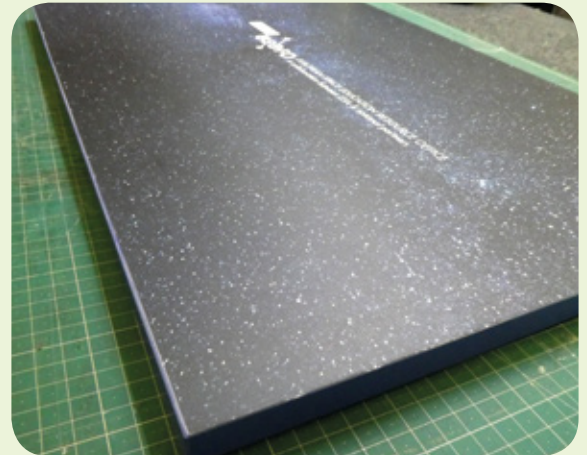
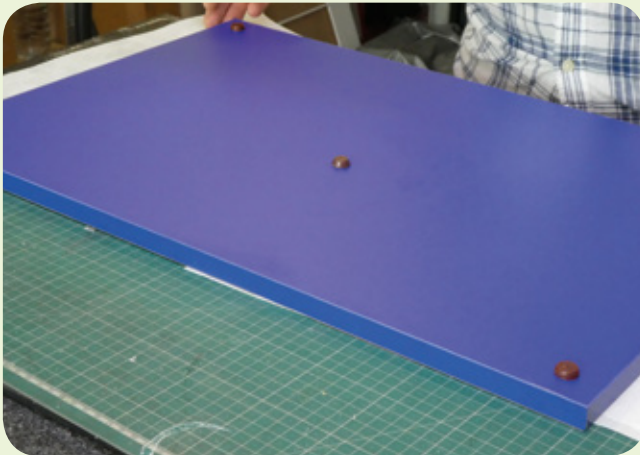


**Bomba de  
inflado de pie  
con manómetro**

## B/ Instrucciones

### 1

Utilizamos un tablero de madera o aglomerado plastificado de medidas 40x60 cm como base de la lanzadera de cohetes. Puede decorarse con pintura o con un vinilo, como en nuestro ejemplo. Colocamos los cinco tacos en la base del tablero (uno próximo a cada esquina y uno central), lado coincidente con la cara opuesta a la decorada, que lo elevarán del suelo unos milímetros y contribuirán a protegerlo.



### 2

Cortamos el tubo de cobre en cinco piezas de medidas: 51 cm, 33 cm, 36 cm, 11 cm y 31 cm. Si una vez cortados los tubos, consideramos que es necesario reajustar el circuito en el tablero, cortaremos de nuevo los tubos lo necesario para que encaje todo en el espacio disponible.



### Opcional: para mejorar la presentación de los tubos (pasos 3, 4 y 5)

**3**

Cortados los estos, procedemos a realizar un pulido superficial con un estropajo de fibra con el fin de igualar la superficie y eliminar las incrustaciones del tubo de cobre.

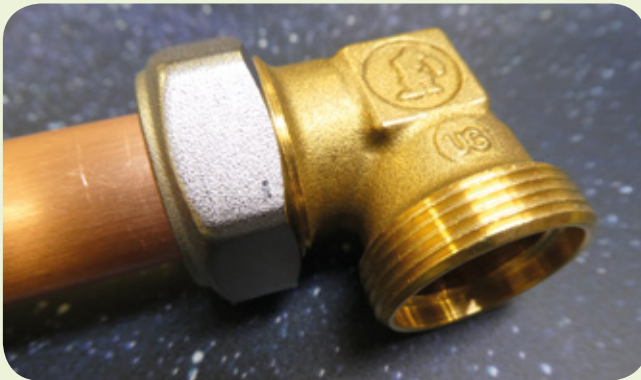
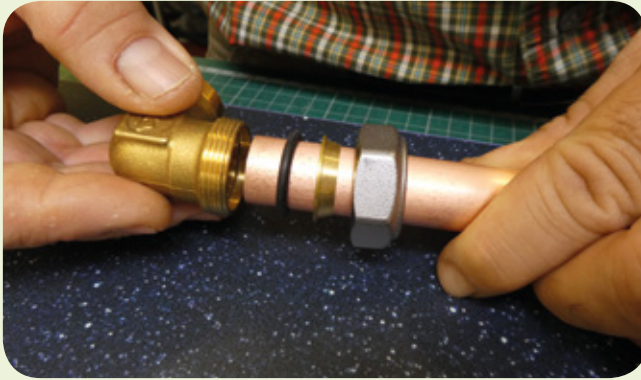
**4**

Se retiran las impurezas resultado del anterior pulido con alcohol.

**5**

Con una brocha se barnizan (con barniz para metales) uno a uno los tubos para evitar que se oxiden y oscurezcan. La aplicación del barniz se hace en vertical. Se dejan secar. Otra alternativa sería pintarlos con algún tipo de pintura para metales.





## 7

Una vez ensamblados todos los tubos a los codos, procedemos a ensamblar la llave de corte en su ubicación correspondiente. En primer lugar, se enrollan con teflón (15 vueltas) las roscas de 1/2" de los racores rectos. Con la ayuda de la llave inglesa, se aprietan a tope los racores de ambos extremos. Solo en este caso, se recomienda hacer uso de una herramienta para enroscar al máximo los racores y evitar la salida del aire.

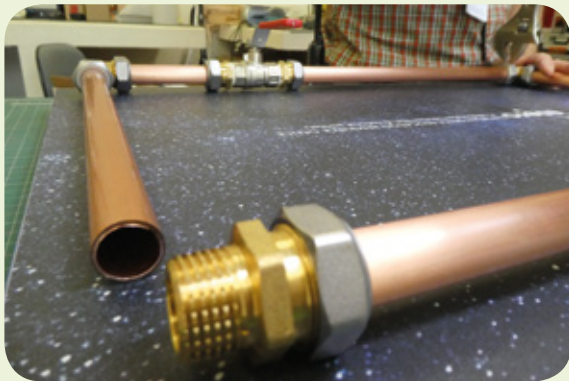
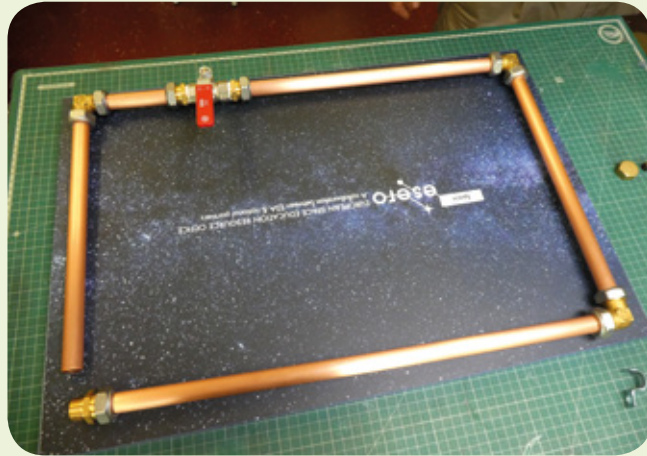
## 6

Iniciamos el ensamblaje de los elementos en el orden correspondiente: tuercas, arandelas y codos con los tubos. Es muy importante que el ensamble se realice a mano y no con llave inglesa porque así resultará más fácil repositonar los elementos en caso de que sea necesario. Se realiza este mismo procedimiento con todos los codos y tubos, siguiendo el orden de montaje.



## 8

Una vez que tenemos el circuito montado. Se coloca encima del tablero y se realizan los ajustes correspondientes para dejarlo alineado. Una vez que la posición de todos los elementos es correcta, se aprietan todas las tuercas con la llave inglesa para fijar esta posición como definitiva, con la excepción de la tuerca inmediatamente anterior a la salida del aire, que debe quedar ajustada aunque ofreciendo flexibilidad para permitir el movimiento en vertical de ese brazo.



## 9

A continuación, procederemos a cerrar el circuito de aire con la colocación de la válvula. En primer lugar, se taladra el centro del tapón para poder pasar por él la válvula. Una vez taladrado, hay que lijar las rebabas del interior e introducir la válvula por el agujero central que acabamos de realizar en el tapón.



## 10

Introducida ya la válvula en el tapón, es necesario apretar su tuerca circular con unos alicates.



## 11

Enrollar teflón (15 vueltas) en la rosca de 1/2" y enroscar el tapón que lleva la válvula. Es importante que esté bien apretada, por lo que resultará necesario ayudarse de la llave inglesa.



## 12

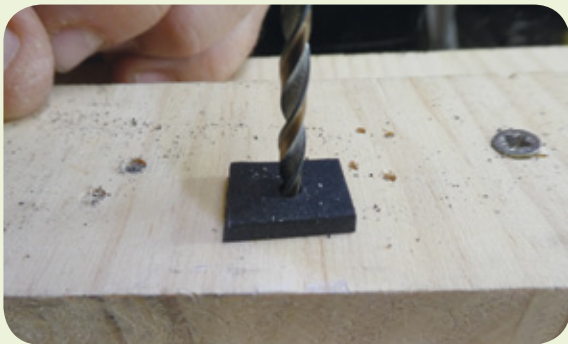
Es el momento de fijar el circuito de aire a nuestro tablero. Para ello, haremos uso de las seis abrazaderas metálicas.





## 13

Las tuercas del circuito elevan unos milímetros los tubos sobre el tablero por lo que necesitamos colocar unos topes de elevación que cortaremos en pequeños cuadrados, los taladraremos en el centro y atornillaremos a la base junto con cada abrazadera.



## 14

Nos queda preparar el extremo del circuito en el que se ajusta el cohete. Utilizaremos goma eva para darle mayor grosor y la fijaremos con cinta aislante negra.

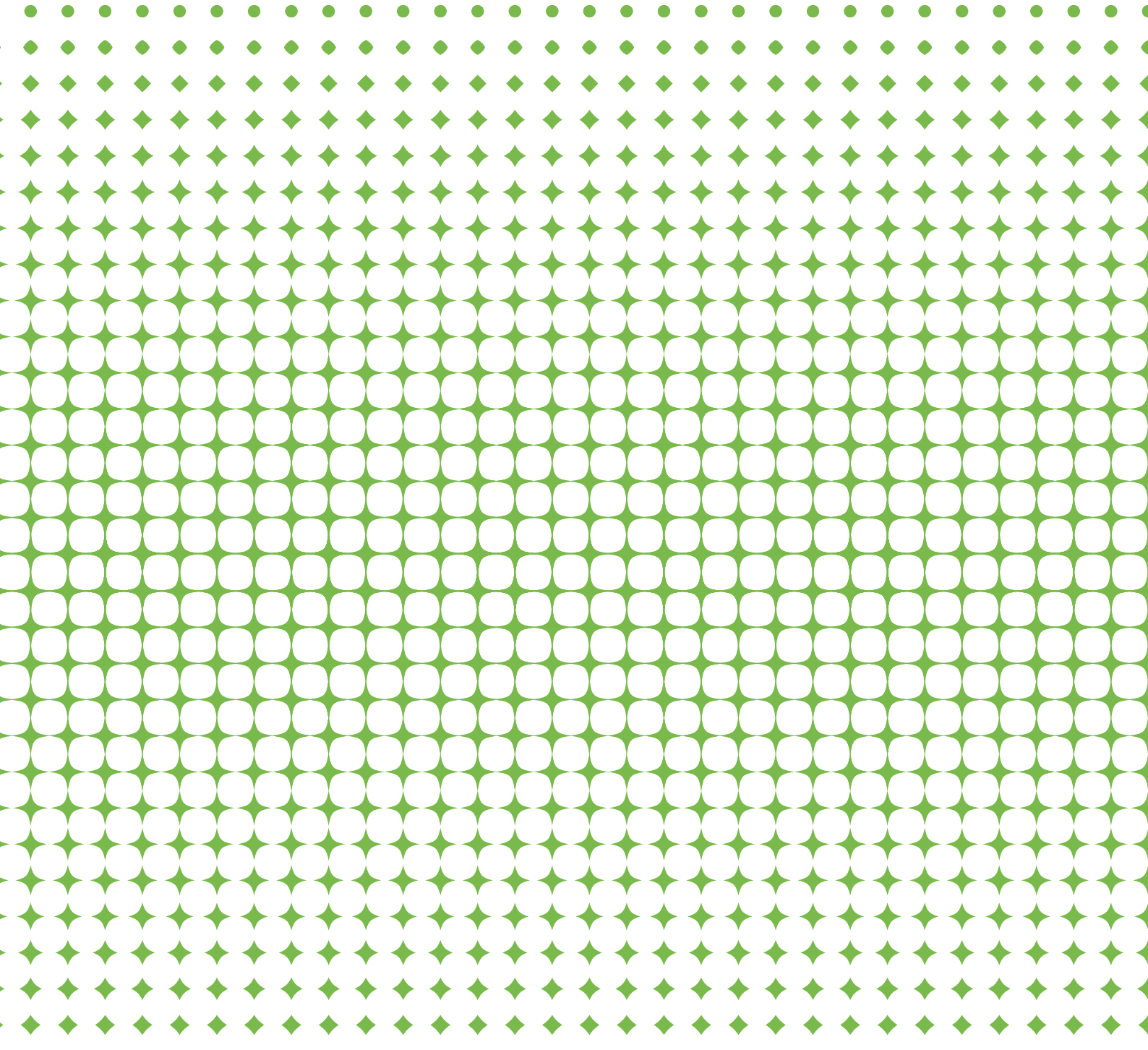


## 15

Por último, comprobamos que no hay escape de aire en el circuito: colocamos el extremo del inflador en la válvula, teniendo cortada la llave. Comprobamos la presión con el manómetro. Si baja la presión, nuestro circuito no está bien sellado y tendremos que revisar todas las juntas de las tuercas, así como la de la llave de corte hasta que no se produzca salida de aire. Si no baja la presión, nuestra lanzadera ya está lista y...

**¡Ya podemos lanzar cohetes!**

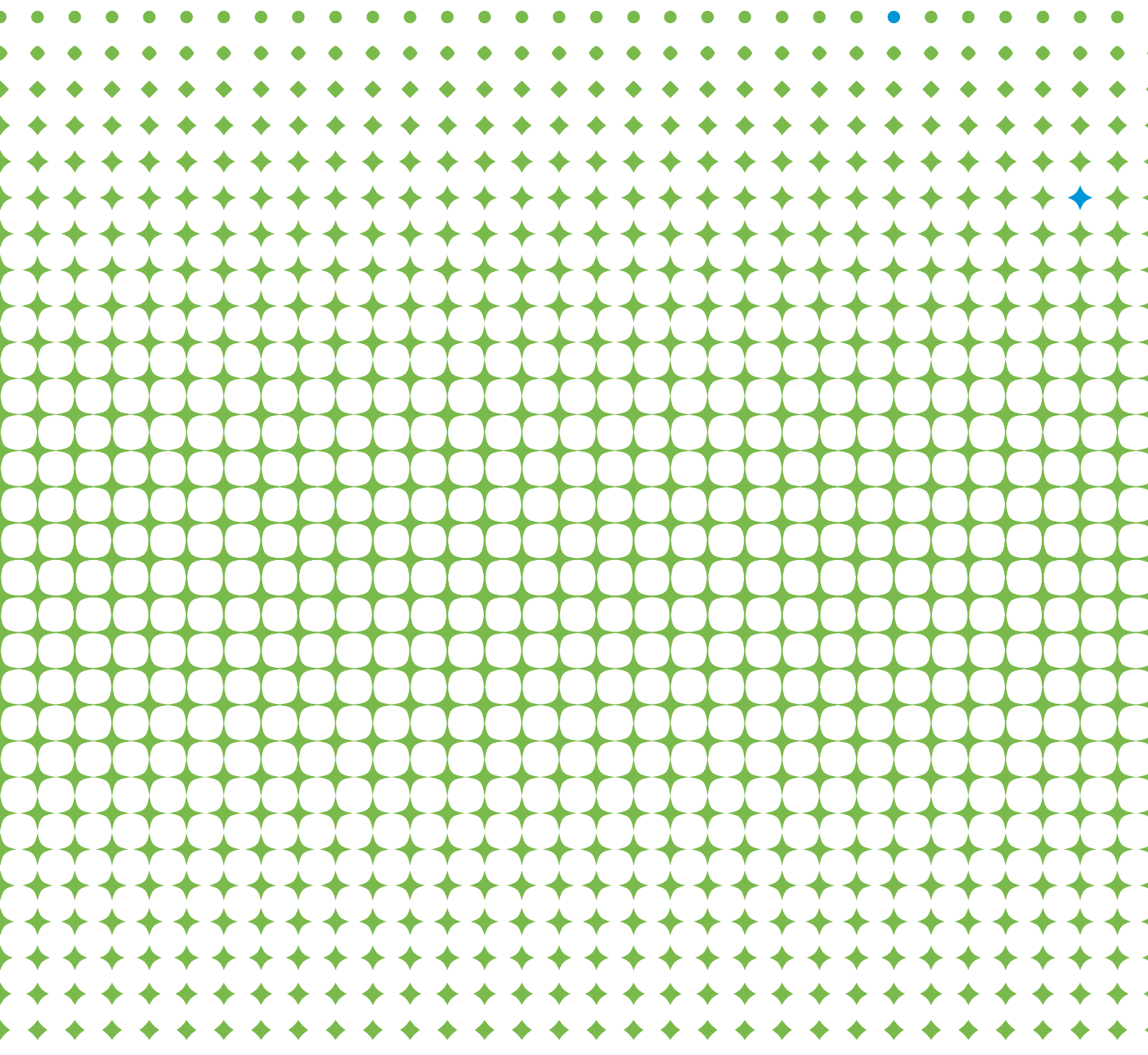




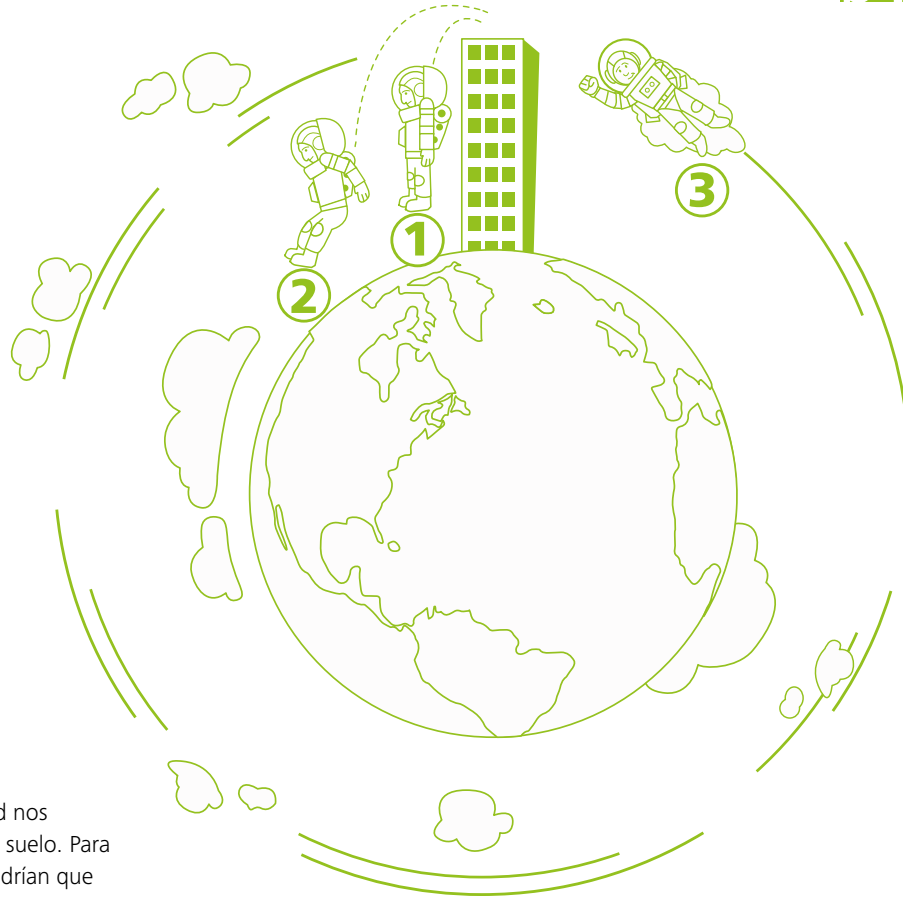


# bloque 4

actividades para  
el alumnado







**Gráfico 1.** La fuerza de la gravedad nos empuja permanentemente hacia el suelo. Para escapar de ella, los astronautas tendrían que saltar a una velocidad muy elevada y en una dirección específica.

# ¿Para qué se necesitan los cohetes?

## Contexto

En la Tierra existe una fuerza que nos empuja permanentemente hacia el suelo. Estamos tan acostumbrados a esta fuerza que ni siquiera somos conscientes de ella. Cuando saltamos, siempre caemos de nuevo al suelo debido a esta fuerza. Es lo que se conoce como **gravedad**<sup>1</sup>.

Si un astronauta quisiera escapar de la gravedad de la Tierra, tendría que saltar muy, muy alto y muy, muy rápido; de lo contrario, caería de nuevo a la Tierra (*como ocurre en los saltos 1 y 2 del Gráfico 1*).

Sin embargo, si el astronauta pudiera saltar en la dirección y con la velocidad adecuadas, podría contrarrestar la fuerte gravedad de la Tierra. Utilizando la dirección y la velocidad adecuadas, en lugar de caer directamente al suelo, se dirigiría hacia la Tierra pero no llegaría nunca a dar contra ella y, a consecuencia de ello, permanecería alrededor de la Tierra y entraría en **órbita**<sup>2</sup> (*Gráfico 1, salto 3*). Los astronautas en la Estación Espacial Internacional y los satélites que observan la Tierra también se encuentran en órbita.

Ningún astronauta puede saltar tan rápido como para escapar de la fuerza gravitatoria de la Tierra. Por esa razón los científicos han inventado los cohetes.

<sup>1</sup> **Gravedad:** fuerza de atracción entre dos objetos; en este caso, entre la Tierra y nosotros.  
<sup>2</sup> **Órbita:** trayectoria circular o elíptica que recorre un objeto alrededor de otro.

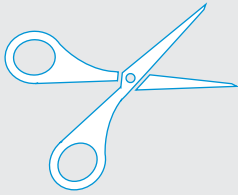


# Actividad 1

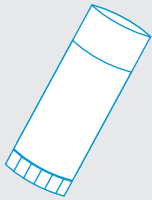
## ¡Sácame de este planeta!

### MATERIAL NECESARIO PARA LA ACTIVIDAD 1:

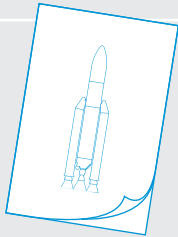
1 par de tijeras



Pegamento



3 adhesivos de cohetes de ESA



Los cohetes son máquinas sorprendentes que pueden utilizarse para explorar el espacio. Pueden llevar personas, satélites y naves espaciales al lugar que haga falta. Esta actividad te permitirá investigar más a fondo acerca de los cohetes.

### Ejercicio

- 1 En los cuadros de más abajo, pega los adhesivos de cohetes que te facilite tu profesor.
- 2 Explica por qué crees que los cohetes tienen diferentes tamaños.

---



---



---



---



---



---



---

- 3 Busca información en Internet sobre uno de los cohetes. Completa la tabla (Tabla 1) siguiente con sus características principales.

Datos principales	Nombre del cohete: .....
Altura	
Diámetro	
Masa de despegue	
Masa máxima de carga útil	
Misiones en las que se ha utilizado	

### ¿Sabías que..?

El primer satélite que se lanzó al espacio fue el **Sputnik**, en octubre de 1957, y el primer hombre que viajó al espacio fue **Yuri Gagarin**, en abril de 1961. Desde entonces, más de 550 astronautas y cosmonautas han viajado al espacio, y miles de satélites artificiales (fabricados por el hombre) orbitan alrededor de la Tierra. Cada uno de estos satélites ha sido colocado en órbita directa o indirectamente por un cohete.



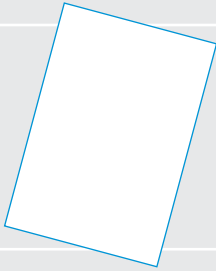


## Actividad 2

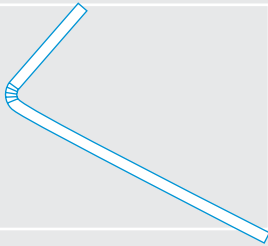
# Aire para el cohete (I)

### MATERIAL NECESARIO PARA LA ACTIVIDAD 2:

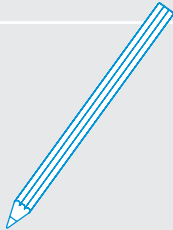
**1 hoja  
de papel  
A4**



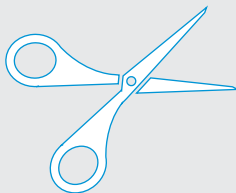
**1 pajita**  
del mayor  
diámetro  
posible



**1 lápiz**  
del mismo diámetro  
que la pajita o  
un poco mayor



**1 par  
de tijeras**



**Cinta adhesiva**



**Plantilla para los alerones**  
(anexo 2)

En esta actividad vamos a construir un cohete de papel que volará utilizando una pajita como lanzador. Trabajarás como un auténtico científico diseñando un cohete y poniéndolo a prueba en las diferentes fases de su desarrollo.

## Ejercicio

- 1 Sigue las instrucciones 1 a 4 del **Gráfico 2A** para construir el cuerpo de tu cohete.
  1. Corta una tira de 5 cm de ancho por la parte larga de una hoja de papel A4. Comenzando por un extremo del lápiz, coloca la tira de papel formando un ángulo de aproximadamente 45° respecto al lápiz.
  2. Enrolla la tira de papel alrededor del lápiz ajustándolo bien hasta llegar al otro extremo.
  3. Pega con la cinta adhesiva el papel al tubo para que no se desenrolle y se separe del lápiz.
  4. Corta los dos extremos de tubo.

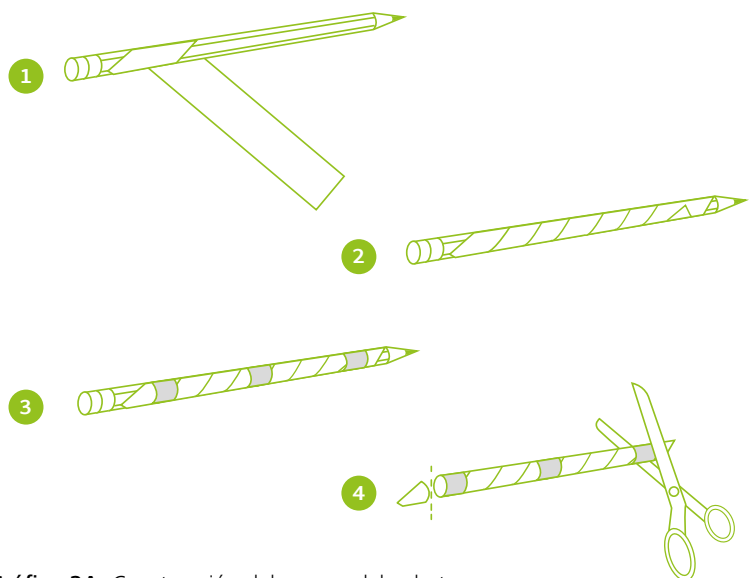


Gráfico 2A. Construcción del cuerpo del cohete.

- 2 Inserta la pajita por uno de los extremos abiertos del tubo.

- 3 Antes de lanzar el cohete, piensa cómo crees que se comportará en el aire y qué distancia volará. Anota tus predicciones en la **Tabla 2**, en el apartado del debate, en la página siguiente.
- 4 Lanza el cohete soplando fuerte por la pajita. ¿Ha tenido éxito el lanzamiento? Anota tus observaciones en la **Tabla 2**.
- 5 Continúa con la construcción del cohete, ahora siguiendo los pasos 1 a 8 (*Gráficos 2B y 2C*):
  5. Dobla el extremo superior del cohete para que forma una punta y pégalo con la cinta adhesiva.
  6. Corta los alerones de la plantilla y pégalos al cohete.
  7. Inserta la pajita por el extremo abierto. Antes de lanzar el cohete de nuevo, piensa en la trayectoria que crees que va a seguir. ¿Qué distancia crees que va a volar el cohete? Anota tus predicciones en la **Tabla 2**, en la página siguiente.
  8. Repite el lanzamiento del cohete (*Gráfico 2C*) soplando fuerte por la pajita. Observa lo que ocurre y anota tus observaciones en la **Tabla 2**.

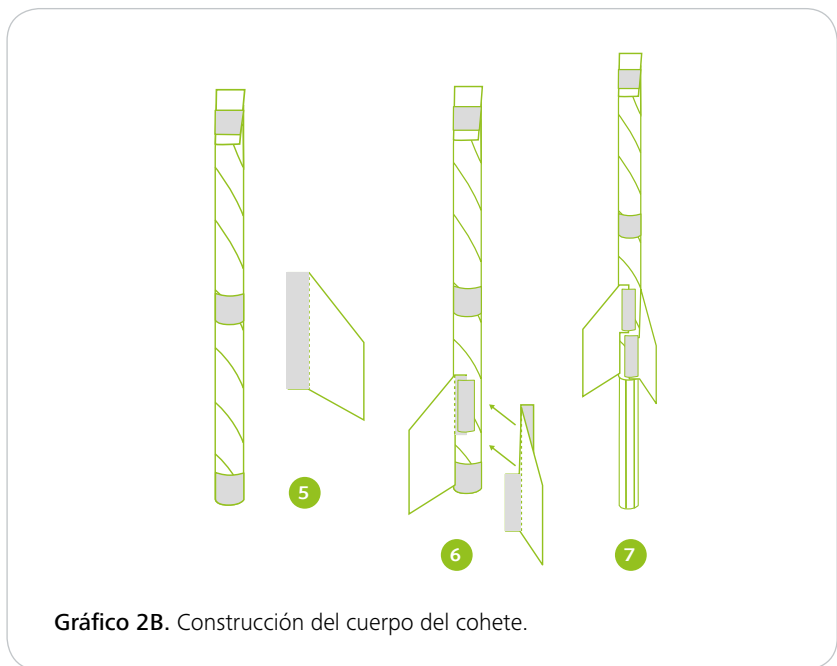


Gráfico 2B. Construcción del cuerpo del cohete.



Gráfico 2C. Lanzamiento del cohete de papel.



> Lanzamiento de Ariane. ESA



**SEGURIDAD Y PREVENCIÓN**

- Lanza los cohetes en un espacio abierto.
- Realiza el lanzamiento únicamente en una zona segura siguiendo las instrucciones del profesor.
- No lances los cohetes en dirección a otras personas.

## Debate

- 1 Completa la siguiente tabla (Tabla 2) con tus predicciones y observaciones sobre cada lanzamiento.

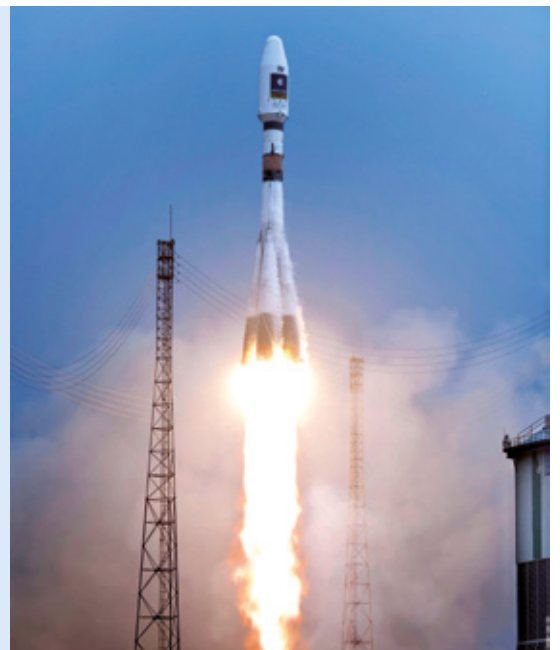
	Lanzamiento 1	Lanzamiento 2
<b>Predicciones</b>		
<b>Observaciones</b>		

- 2 Compara tus observaciones entre el Lanzamiento 1 y el Lanzamiento 2. Describe y explica las posibles diferencias entre los dos lanzamientos.

- 3 Basándote en tus observaciones, explica qué crees que se necesita para lanzar un cohete al espacio. ¿En qué se diferencia el lanzamiento de un cohete de verdad al de un cohete de papel?

### ¿Sabías que..?

Para llegar al espacio, los cohetes tienen que volar a una velocidad muy elevada. La velocidad exigida dependerá de la altura a la que quiera llegar el cohete. Por ejemplo, la Estación Espacial Internacional (ISS, por sus siglas en inglés) se encuentra a unos 400 km por encima de la superficie de la Tierra. Para llevar suministros a la ISS, un cohete debe alcanzar una velocidad de en torno a 28.000 km/h, o de casi 8 km/s, para compensar el empuje de la gravedad de la Tierra. El cohete **Soyuz** de la imagen transporta astronautas a la ISS.





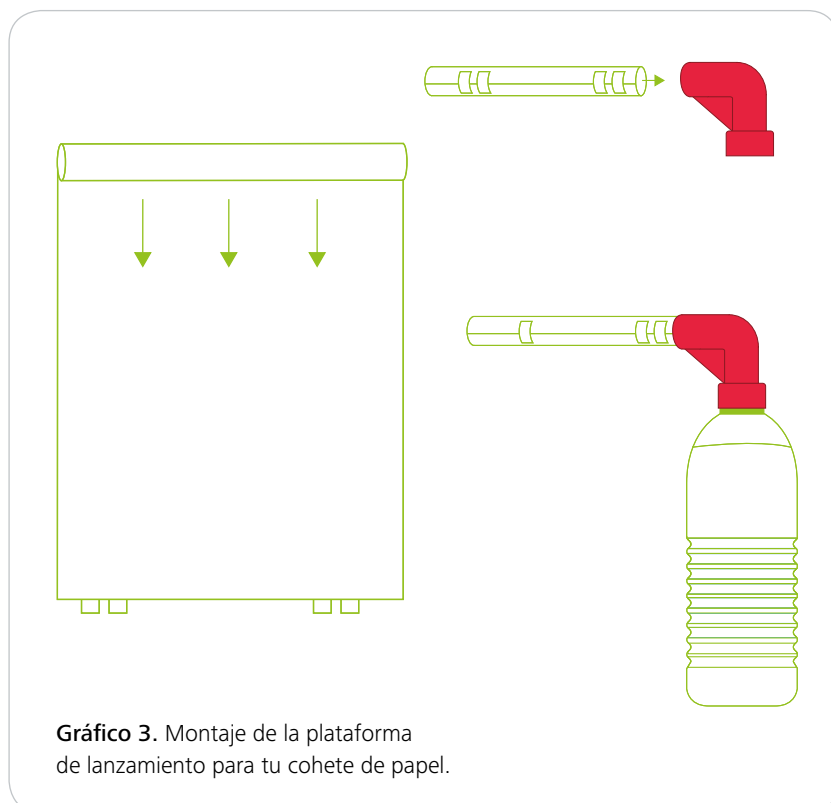
## Actividad 3

# Aire para el cohete (II)

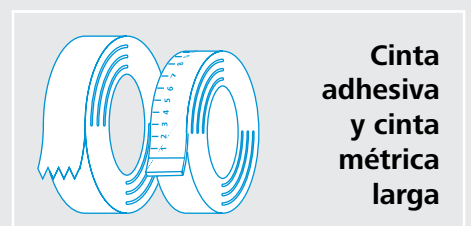
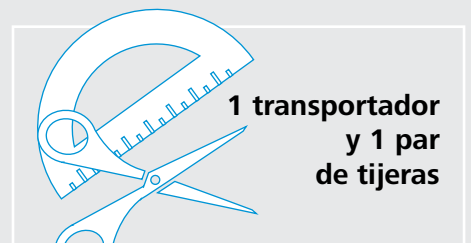
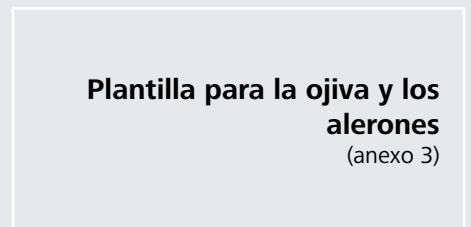
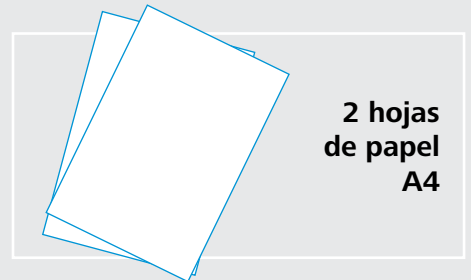
En esta actividad construirás un cohete de papel y, para el lanzamiento, utilizarás una botella de agua de plástico y un codo de lanzamiento de impresión 3D. Además, tendrás que averiguar de qué modo influye el ángulo de lanzamiento en la **trayectoria** de un cohete.

### Ejercicio

1. Monta tu **plataforma de lanzamiento** siguiendo las instrucciones que se ofrecen a continuación.
  1. Enrolla una hoja de papel A4 en un cilindro de 21 cm de largo y un diámetro de aproximadamente 2 cm, o lo suficientemente ancho como para que quepa en su interior el codo de lanzamiento. Pega el papel con cinta adhesiva de tal forma que quede en forma de tubo.
  2. Inserta el tubo de papel en el codo de lanzamiento como se muestra en el Gráfico 3. Pega el tubo de papel al codo de lanzamiento con cinta adhesiva.
  3. Enrosca al botella de agua en el otro extremo del codo de lanzamiento. ¡Ya está lista tu plataforma de lanzamiento!



#### MATERIAL NECESARIO PARA LA ACTIVIDAD 3:





### SEGURIDAD Y PREVENCIÓN

- Lanza los cohetes en un espacio abierto.
- Realiza el lanzamiento únicamente en una zona segura siguiendo las instrucciones del profesor.
- No lances los cohetes en dirección a otras personas.
- Ponte las gafas de seguridad durante el lanzamiento para evitar lesiones oculares.

- 2 Para construir tu **cohete**, sigue las instrucciones que se ofrecen a continuación.
  1. Enrolla una hoja de papel A4 en un cilindro con un diámetro de aproximadamente 2,5 cm y 29 cm de largo (*Gráfico 4*).
  2. Añade cinta adhesiva para mantener esta estructura en forma de tubo. Este va a ser el cuerpo de tu cohete. Asegúrate de que el tubo de la plataforma del cohete que has creado en el paso 1 encaja en el cohete.
  3. Sella uno de los extremos abiertos del cilindro con cinta adhesiva. Esta será la cabecera del cohete.
  4. Crea la ojiva del cohete. Una manera de crear la ojiva consiste cortar un círculo de aproximadamente 8 cm de diámetro. Recorta una sección equivalente a un cuarto del círculo, une los dos extremos montándolos sobre sí y pégalos con cinta adhesiva. ¡Asegúrate de que no queden agujeros!
  5. Fija la ojiva a uno de los extremos abiertos del cuerpo del cohete con cinta adhesiva.
  6. A continuación, añade los alerones al cohete y ¡ya estará listo para despegar! Asegúrate de que el cohete está bien pegado con la cinta adhesiva y no olvides darle un nombre.

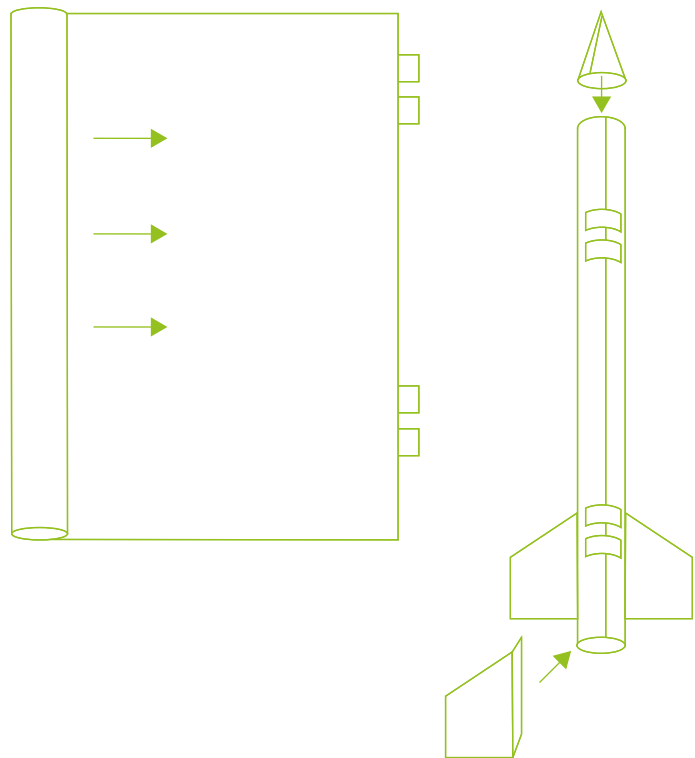


Gráfico 4. Construcción de un cohete de papel.

- 3 Coloca tu cohete en el tubo de papel de la plataforma de lanzamiento (*Gráfico 5*).
- 4 Coloca la plataforma de lanzamiento y el cohete en el suelo.
- 5 Decide el ángulo de lanzamiento del cohete. Mide el ángulo con un transportador y sujeta la plataforma de lanzamiento con firmeza sobre este ángulo.
- 6 Para lanzar el cohete, pon una mano en el codo de lanzamiento 3D (para ayudar a mantener el ángulo de lanzamiento) y la otra en el centro de la botella. Presiona con fuerza en la botella para lanzar el cohete (*Gráfico 5*).
- 7 Observa el recorrido de vuelo de tu cohete.
- 8 Mide la distancia horizontal que recorre tu cohete desde el lugar de lanzamiento hasta el punto de aterrizaje.
- 9 Realiza un lanzamiento más en las mismas condiciones (mismo ángulo de lanzamiento y misma fuerza de presión sobre la botella de agua) y mide la distancia recorrida.
- 10 Repite el experimento utilizando diferentes ángulos de lanzamiento (consulta la Tabla 3 en el apartado de debate a continuación) y mide las distancias recorridas.

## ¡Lanzamiento!

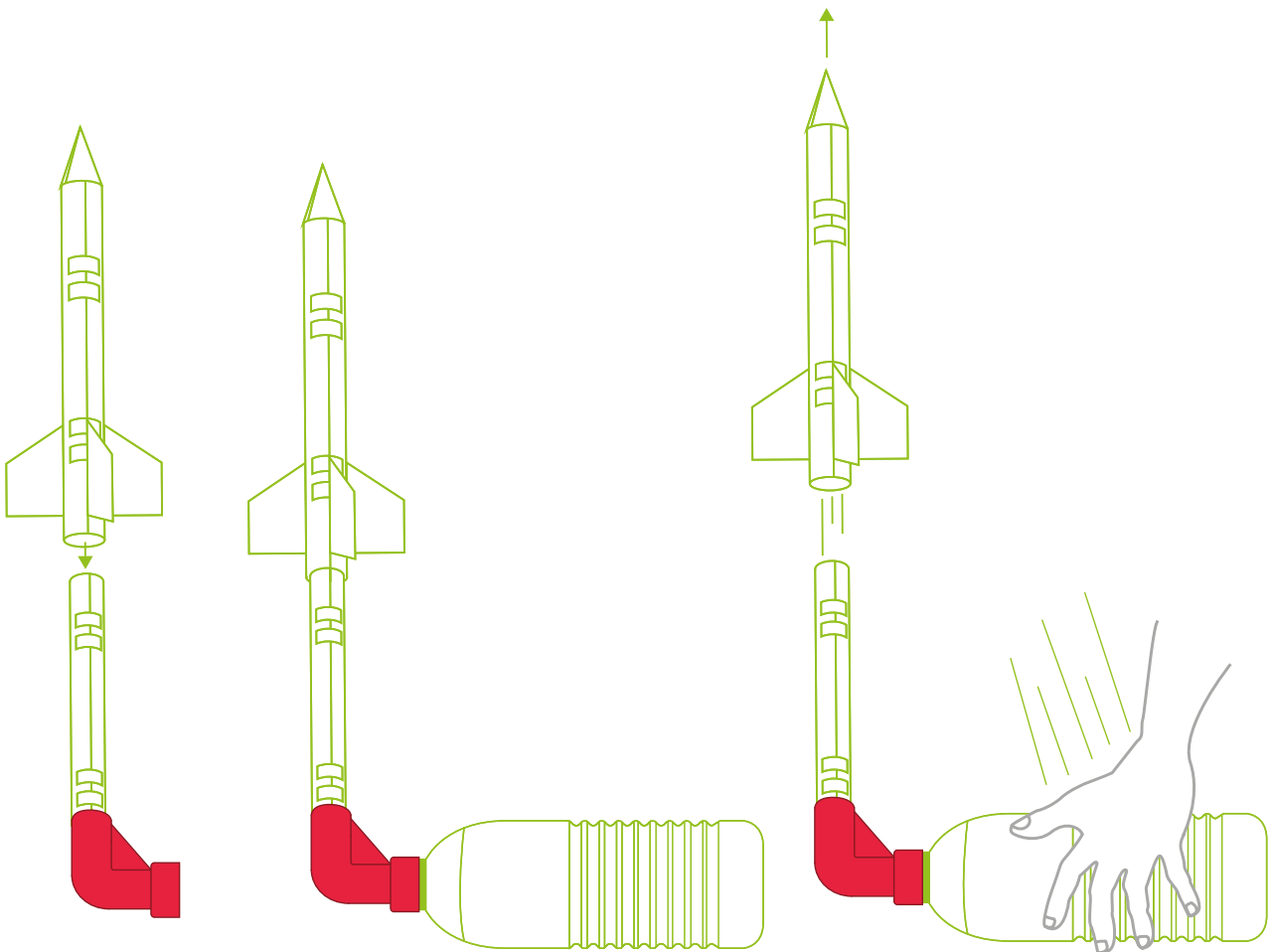


Gráfico 5. Lanzamiento del cohete de papel.

## Debate

- 1 Completa la tabla (Tabla 3) de abajo con las distancias recorridas por el cohete. Calcula la distancia media para los diferentes ángulos de lanzamiento.

Ángulo de lanzamiento (°)	Distancia (metros) Lanzamiento 1	Distancia (metros) Lanzamiento 2	Distancia media (metros)
75°			
60°			
45°			
30°			

- 2 A partir de los resultados obtenidos, explica de qué manera influye el ángulo de lanzamiento en la trayectoria del cohete.

---



---



---

- 3 Identifica dos posibles fuentes de incertidumbre a la hora de utilizar este método para lanzar cohetes.

---



---



---

## Actividad de seguimiento

- 1 Describe qué cambios crees que observarías en la trayectoria del cohete si presionaras con más fuerza (más energía) la botella de agua.

---



---

- 2 Repite uno de los lanzamientos para poner a prueba tu hipótesis. Compara los resultados. ¿Era correcta tu hipótesis?

---



---

- 3 Redacta una conclusión sobre tu experimento de seguimiento.

---



---



---



---



---



---



---



---



> Vehículo Experimental Intermedio (IXV). J. Huart. ESA

### ¿Sabías que..?

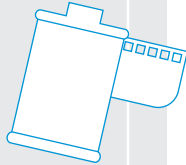
Viajar al espacio es muy caro. Cada vez que se utiliza un cohete para lanzar un satélite u otra carga útil al espacio, muchas partes del cohete caen al océano o arden en la atmósfera. Para reducir los costes, los investigadores están estudiando cómo podrían reutilizarse los componentes de un cohete. Para ello, los cohetes deben hacer frente al intenso calor de la reentrada en la atmósfera, causado por la fricción que se produce por la elevada velocidad entre el cohete y el aire. La ESA está desarrollando y probando nuevas tecnologías para construir una nueva serie de cohetes que sean reutilizables. La imagen que se muestra arriba es una interpretación artística del Vehículo Experimental Intermedio (IXV) de la ESA, que realizó una reentrada completa a la atmósfera y amerizó en un punto concreto del océano Pacífico.



### MATERIAL NECESARIO PARA LA ACTIVIDAD 4:

#### 1 cartucho de carrete fotográfico de 35 mm de color blanco

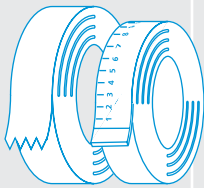
(El carrete de color blanco funciona mejor que el negro)



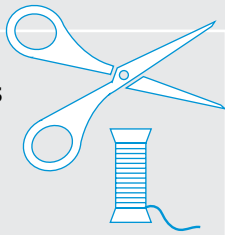
#### Comprimidos efervescentes, agua, 1 pajita, y 1 vaso de plástico



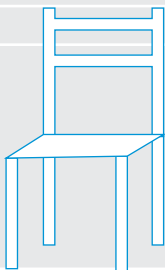
#### Cinta métrica larga y cinta adhesiva



#### 1 par de tijeras y 5 metros de hilo de pescar



#### 2 sillas



### SEGURIDAD Y PREVENCIÓN

- No lances los cohetes en dirección a otras personas y ponte las gafas de seguridad durante el lanzamiento para evitar lesiones oculares.
- No te inclines sobre el cohete en caso de que falle el lanzamiento, ya que puede despegar en cualquier momento imprevisto.

## Actividad 4 Combustible para el cohete

En el lanzamiento de un cohete se queman en torno a 500.000 kg de combustible en solo unos minutos. En esta actividad, vas a investigar la relación entre la cantidad de combustible que utiliza un cohete y la distancia que recorre.

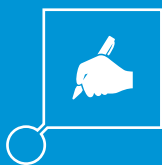
### Ejercicio

- 1 Planifica el experimento con los materiales que se te han proporcionado para investigar la importancia del combustible en un cohete. Debes estudiar cómo propulsar un cohete utilizando combustible e investigar de qué modo influye la cantidad de combustible en la distancia recorrida por el cohete.
- 2 Comenta tu plan con el profesor y el resto de compañeros. Haz los ajustes necesarios.
- 3 Prepara el experimento. Para obtener mejores resultados, sugerimos realizar un lanzamiento horizontal.
- 4 Lanza el cohete y anota la cantidad de combustible utilizado y la distancia recorrida.
- 5 Presenta tus conclusiones al profesor y al resto de compañeros. Explica las decisiones que has tomado y los resultados que has obtenido.

### ¿Sabías que..?

El cohete europeo Ariane 5 pesa 780 toneladas en el momento del despegue. La mayoría de su masa procede del combustible en los propulsores, en forma de combustible sólido y de hidrógeno líquido. El hidrógeno es sumamente fácil de quemar en presencia de oxígeno y, a la vez, muy difícil de almacenar. Para almacenarlo como líquido, el hidrógeno debe conservarse a  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$  y requiere un depósito de grandes dimensiones. Para que te hagas una idea de lo extremadamente fría que es esta temperatura, simplemente compárala con la temperatura de congelación del agua: ¡ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ !

## En este cuaderno...



actividades  
ejercicios  
experimentos



enlaces  
información web



gráficas  
infografías  
tablas



información  
complementaria



materiales  
recursos  
instrucciones



indicaciones  
de seguridad

Spain



EUROPEAN SPACE EDUCATION RESOURCE OFFICE  
A collaboration between ESA & national partners

## Colaboradores ESERO Spain. Mayo 2019

- ANDALUCÍA.** Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía
- ARAGÓN.** Fundación Centro Astronómica Aragonés Espacio 0.42  
Fundación Ibercivis
- ASTURIAS.** Consejería de Educación y Cultura del Gobierno del Principado de Asturias
- CANARIAS.** Consejería de Educación y Universidades del Gobierno de Canarias
- CATALUÑA.** CESIRE (Centre de Recursos Pedagògics Específics de Suport a la Innovació i la Recerca Educativa). Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya
- GALICIA.** Consellería de Educación, Universidade e Formación Profesional de la Xunta de Galicia
- I. BALEARES.** Conselleria De Educación y Universidad. Govern Illes Balears
- LA MANCHA.** Consejería de Educación, Cultura y Deportes. Gobierno de Castilla La Mancha
- MADRID.** Consejería de Educación e Investigación de la Comunidad de Madrid  
Grupo de Investigación en Nutrición, Ejercicio y Estilo de Vida Saludable. INEF. Universidad Politécnica de Madrid
- MURCIA.** Consejería de Empleo, Universidades y Empresa Región de Murcia
- NAVARRA.** Pamploneta
- PAÍS VASCO.** Departamento de educación. Gobierno Vasco
- VALENCIA.** Ciutat de les Arts i les Ciències. Generalitat Valenciana



LC-P-01

Cuaderno del profesorado  
**Primaria**

Lanzamiento de  
**cohetes**  
TECNOLOGÍA ESPACIAL  
Calcula y diseña tu propio lanzamiento.