

COHETES IMPULSADOS POR AGUA

Prof. Enrique Torres
Programa CIDA-UNAWA - Venezuela

Introducción

La construcción y lanzamiento de cohetes propulsados o impulsados por agua constituye una experiencia pedagógica de gran utilidad para motivar e introducir a los niños y jóvenes en las leyes del movimiento de los cuerpos y los principios de la astronáutica. El anhelo del hombre por alcanzar las alturas se remonta hasta la muy remota antigüedad donde conseguimos los mitos griegos de Dedalo e Icaro entre otros quienes intentaron conquistar los cielos. Es el siglo XX con el desarrollo y aplicación de la física newtoniana que abre el camino a la conquista del espacio con los pioneros, el ruso Constantin Tsiolkowsky, el alemán Hermann Oberth y el norteamericano Robert Goddard a comienzos del siglo XX.

Con el advenimiento de la carrera espacial, después de la segunda guerra mundial Rusos y Norteamericanos se reparten a los científicos e ingenieros alemanes quienes habían alcanzado mayor avance en coherería y desarrollan sendos programas espaciales hasta nuestros días.



Lanzamiento de cohetes de agua con bomba de bicicleta

Los jóvenes podrán disfrutar de la construcción y lanzamiento de cohetes propulsados por agua cuyo funcionamiento es muy sencillo, se llena la botella con aproximadamente $1/6$ de agua, tapa con un tapón de corcho o goma bien ajustado y la situamos en posición vertical parado sobre sus propias alerones, al corcho se le introduce una aguja gruesa conectada a una manguera delgada a través de la cual introducimos aire a presión con una bomba de bicicleta, cuando la presión es suficientemente grande el tapón se dispara saliendo hacia abajo el agua y el cohete despega alcanzando alturas variables que pueden llegar a unos 80 m.

Objetivos:

Comprender los principios del movimiento de los cuerpos, mediante la construcción de cohetes propulsados por agua, en los cuales aplicamos los siguientes conocimientos:

- 3ª ley de Newton de acción y reacción.
- Lanzamiento parabólico.
- Ley de Pascal.
- Caída libre con rozamiento.
- Aerodinámica
- Astronáutica
- Medición de ángulos y trigonometría
- Cálculo de Alturas

Materiales:

Para el cohete básico

- 2 Botellas de plástico PET (2 litros o 1,5 litros)
- Tapón de corcho o de goma
- Lamina de plástico de caja de archivador o cartón grueso
- Cinta transparente
- tijeras
- Bomba de bicicleta
- Agua
- Aguja gruesa de inflar balones o de recargar tinta de impresora
- Manguera transparente de acuario
- Válvula de neumático o caucho de carro
- Cinta métrica
- lamina de carton negro

Opcional

- Hilo y bolsas de plástico para (paracaídas)
- Pinturas de colores
- Cuadrante

Construcción del Cohete

Necesitamos construir un cohete que ofrezca la menor resistencia posible al ascenso a través del aire, para lo cual se necesita darle forma aerodinámica, con un cono o punta y paredes cilíndricas lisas que ofrezcan la menor resistencia posible al aire. Además se deben colocar alerones para que el ascenso sea derecho.

Usamos una botella PET (Polietileno Tereftalato) son hechas de un material fuerte de peso ligero de poliéster claro. Se usa para hacer recipientes para bebidas suaves como refrescos, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros, y otros. Para esto sobre una botella PET, colocamos un cono de cartón y el cilindro de la otra botella que debemos cortar como se ve en la figura:



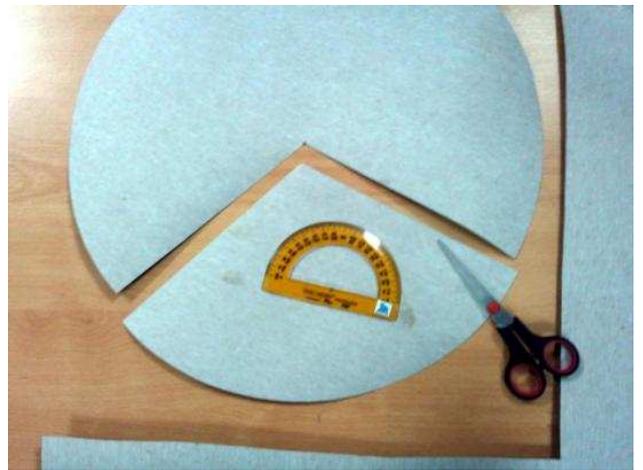
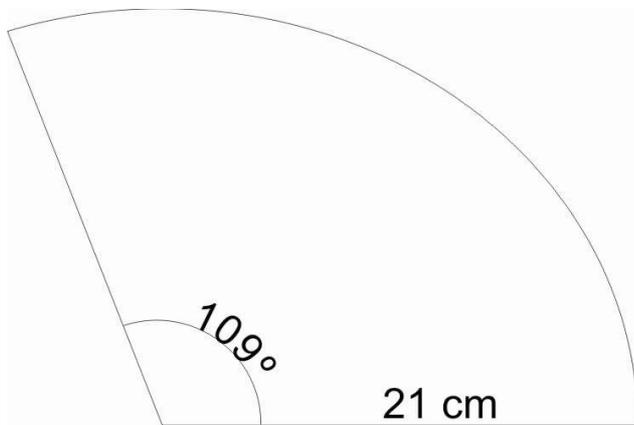
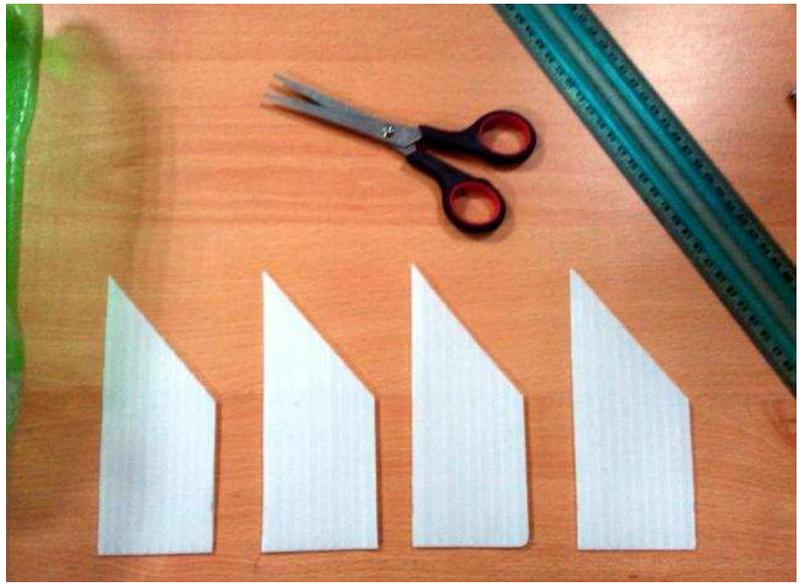
Pegamos la falda o cilindro sobre la botella entera, para lo cual usamos cinta o pegamento de PVC. El cono de la punta no va pegado solo va cubriendo el paracaídas como se ve en la imagen; dejamos el cono mas grande a fin de que cuando empiece a caer la botella, este se desprenda por el empuje del aire y así pueda salir y desplegarse el paracaídas



Sobre la falda cilíndrica que llega hasta la

boca de salida, pegamos con cinta o pegamento 4 aletas o alerones como se ve en la imagen. Los alerones deben sobrepasar a la boca de salida al menos unos 7 cm, para que no estorben el corcho y la manguera.

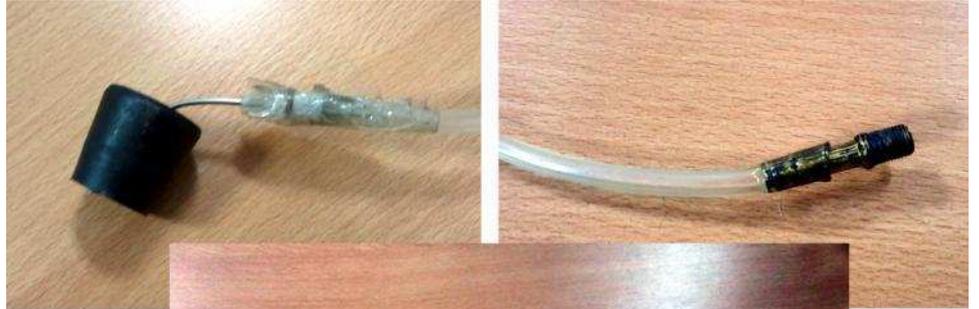
El Paracaídas lo fabricamos con un trozo circular de plástico de alta densidad, este es el plástico de bolsa de basura que es muy delgado y ligero, en 4 puntos de los bordes del disco de plástico, atamos 4 trozos de cuerda resistente de nylon preferiblemente de unos 40 cm de largo y lo armamos como se ve en la imagen. El paracaídas, lo pegamos ahora al tope de la botella con cinta transparente en varias capas para que el tirón no lo despegue.



Procedemos ahora a decorar el cohete a nuestro gusto, y ¡¡ LISTO !!

Sistema de lanzamiento

Al tapón le atravesamos con mucho cuidado la aguja gruesa a la cual hemos previamente pegado un extremo de la manguera como se ve en la imagen



Al otro extremo de la manguera insertamos un tubo-válvula de los que usan los neumáticos o cauchos de carro, esta la conseguimos en cualquier cauchera, podemos decirle al señor que nos regale una válvula dañada, que para nuestro propósito sirve perfectamente. Estas partes las pegamos con pegamento de PVC o Silicón



El extremo o conector de la manguera de la bomba viene diseñado para acoplarse a la válvula de carro. Así estaríamos listos para nuestro primer lanzamiento.



Lanzamiento



1ª Fase: El llenado de "combustible"

El cohete va a funcionar utilizando como "combustible", un líquido que al salir a gran velocidad por el aire a presión, propulsará el cohete, en nuestro caso, usaremos agua utilizando el principio de acción y reacción.

Se recomienda usar $\frac{1}{6}$ de la capacidad de la botella con agua, para cantidades mucho mayores, (más de la mitad) la botella despegará con gran parte de agua en su interior lo que hará que alcance una menor altura, en caso contrario, si se ha llenado con poca agua, se realiza un menor impulso inicial y también alcanzaremos menor altura, el llenado es pues, una fase importante, debemos, las pruebas indican que $\frac{1}{6}$ de agua en la botella es lo adecuado para alcanzar mayor altura, de todas maneras se anima a hacer pruebas con cantidades diferentes.

2ª Fase: El taponado y puesta en marcha

Una vez cargada, tapamos nuestra botella con un tapón de corcho o de goma de laboratorio, en el que previamente hemos introducido una aguja gruesa de inflador de balones o de recargar tinta de impresora. Debemos tener cuidado de limpiar el interior de la aguja por si acaso se ha tapado con restos de goma o corcho al introducirla.



El tapón debe quedar lo más apretado posible, para que en el momento del inflado no pierda agua, además cuanto más apretado este más presión de aire soportará por tanto el impulso inicial y la altura alcanzada será mayor.

3ª Fase: El inflado y despegue

Después de taponar bien el cohete comenzamos a llenar la botella de aire con ayuda de la bomba de bicicleta, debemos tener paciencia y bombear no tan rápido ya que el aire entra lentamente por la aguja hacia la botella.

Al llenar el cohete de aire y comprimirlo estamos aumentando la presión en su interior, cuando la presión llega a un determinado valor el tapón sale disparado y el agua sale a gran velocidad (20 m/s) por el fondo de la botella, debido a la tercera ley de Newton de Acción y reacción, cuando el cohete mediante el aire a presión empuja fuertemente el agua para sacarla, el agua a su vez empuja el cohete en sentido contrario, o sea hacia arriba, por lo tanto este empuje o propulsión hace que los cohetes se eleven.

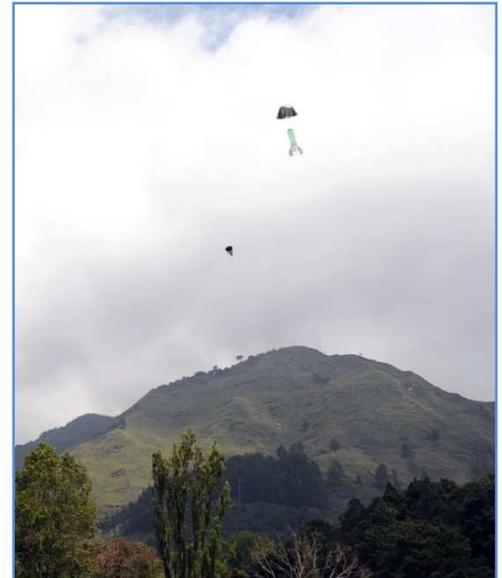
Por lo tanto podemos afirmar, como hemos dicho antes que la altura que alcanzan los cohetes es directamente proporcional a la presión a la que son sometidos estos; o sea, a mayor presión mayor altura.

La presión a la que podemos someter los cohetes esta relacionada con lo ajustado que este el tapón, cuanto mas ajustado, podremos introducir más aire , y por lo tanto saldrá con mayor velocidad.

4ª Fase: El vuelo y aterrizaje

1. El agua sale hacia abajo impulsando los cohetes, y haciendo que estos salgan despedidos; en el momento en que salen su velocidad es máxima, de unos 20 m/s. Como dato curioso es interesante reseñar que la velocidad a la que debe ir un cohete real para vencer el campo gravitatorio terrestre y escapar de la tierra (velocidad de escape) es de 11 km/s.

2. Debido al rozamiento con el aire, y sobre todo a su peso que los atrae hacia la tierra debido a la atracción gravitatoria, los cohetes tienen una deceleración de $9,8 \text{ m/s}^2$ que los va frenando hasta alcanzar una altura máxima (25-100 m), en el momento de máxima altura, su velocidad es 0 m/s.



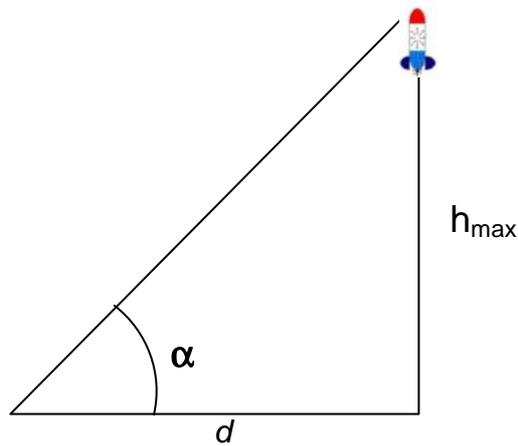
Cálculos

En la experiencia podemos aplicar y explicar contenidos como:

- Caída Libre
- Lanzamiento vertical e inclinado
- Cálculo de ángulos y alturas
- Ley de Pascal sobre fuerzas y presiones en fluidos
- Empuje de Cohetes
- Astronáutica y exploración espacial

Calculo de Altura máxima del cohete

Usando un cuadrante o las medidas angulares de las manos, un grupo de 2 alumnos medirá la altura máxima del cohete ubicándose para ello a una distancia prudencial (mas de 30 mts) los cuales medirá aproximadamente con la longitud de sus pasos, habiendo previamente medido la longitud de sus pasos con una cinta métrica. Usará trigonometría elemental para calcular la altura máxima (h_{max}) del cohete según el siguiente diagrama:



Así: midiendo el ángulo de la altura máxima que alcanza el cohete calculamos h_{max} aplicando la función Tangente así:

$$\tan \alpha = \frac{h_{max}}{d}, \text{ de donde tenemos, } h_{max} = d \cdot \tan \alpha$$

Cálculo de la Velocidad Inicial

Sabiendo que la altura máxima (h_{max}) viene dada por

$$h_{max} = \frac{V_0^2}{2g}, \text{ despejamos la velocidad inicial: } V_0 = \sqrt{2gh_{max}}$$

De esta manera el alumno podrá calcular la velocidad aproximada con que ha despegado su cohete y así la velocidad de salida del agua por la boca de la botella

Lanzamiento Inclinado

Para darle mayor riqueza a la experiencia, animamos a los docentes a construir una plataforma para el lanzamiento inclinado del cohete (una tabla inclinada basta), así se podrá experimentar el lanzamiento inclinado de cohetes y toda la física asociada con el como calculo de la altura máxima, el alcance máximo, el tiempo de vuelo, etc.

Competencias de Cohetes en el liceo o escuela

Animamos igualmente a los docentes a organizar entre los alumnos de su institución, las competencias de cohetes de agua al final de año escolar, en la cual se pudiera realizar una actividad previa a la competencia en la cual los alumnos exponen en stands diferentes temas de la astronáutica y la astronomía, como historia, propulsión, partes de un cohete, aplicaciones, satélites artificiales, etc. que se pudieran llamar Ferias de Astronáutica o Cohetería.

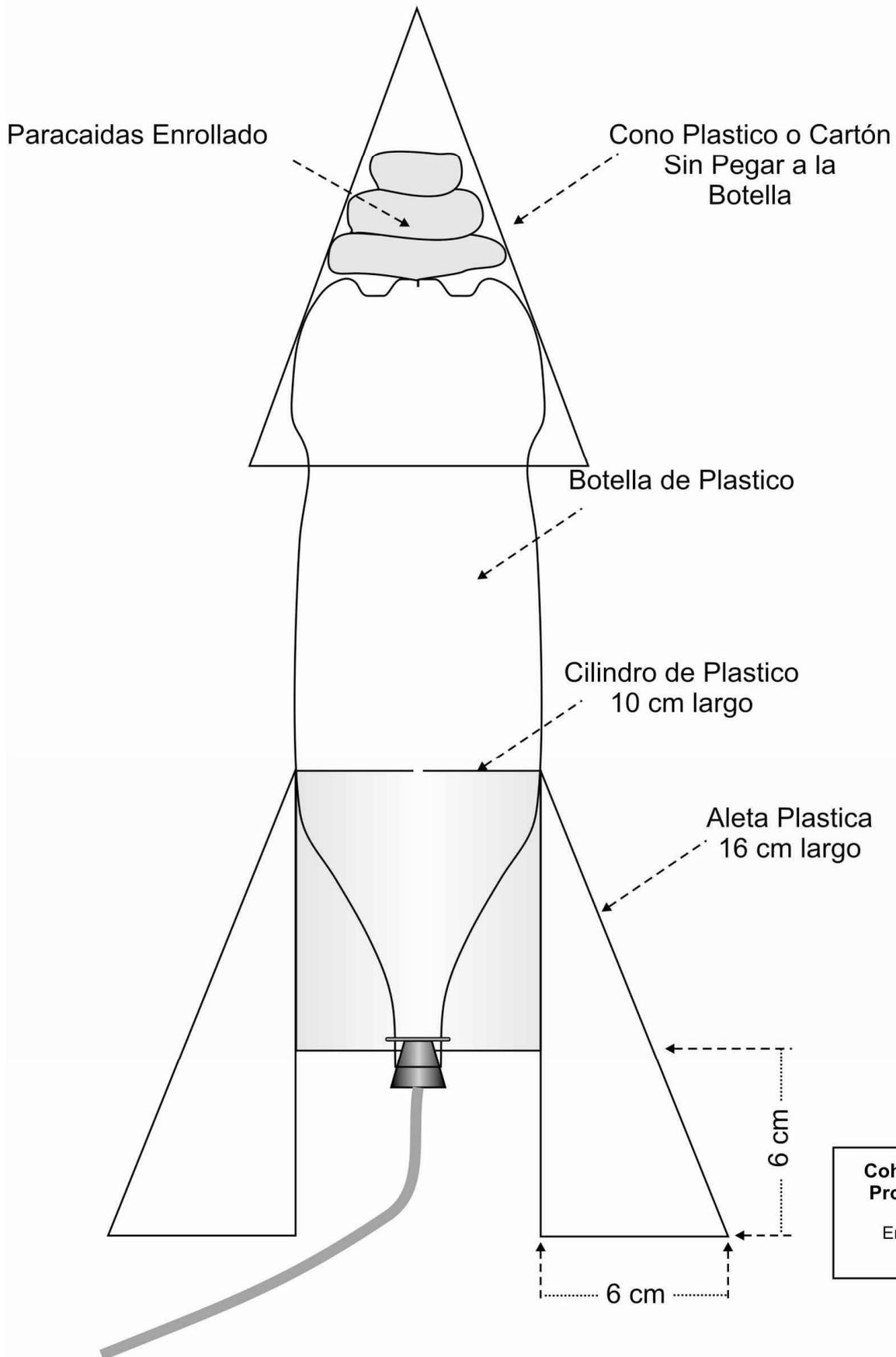
Las pautas que se pudieran evaluar en la competencia pudieran ser:

- Calidad del Stand y la exposición
- Diseño del cohete: Calidad constructiva, decoración, aerodinámica
- Organización del lanzamiento
- Mayor Altura
- Mayor Alcance
- Mayor duración de la caída con paracaídas
- Cálculo y exposición de los resultados

Como premio se pudiera obsequiar algún artículo que entusiasme a los jóvenes hacia la ciencia, como un telescopio, un buen libro de astronomía o astronáutica, Visita al CIDA en Mérida o al Centro Espacial Venezolano, , o inclusive un trofeo o placa de ganador.

En el CIDA estamos a la orden para apoyarlos con cualquier duda (Enrique Torres, eitt1010@gmail.com, 0274-2450106).

Cohete de Botella PET Propulsado por Agua



**Cohete de Botella PET
Propulsado por Agua**

Diseño:
Enrique Torres - CIDA
Mérida, Feb 2011