

“Cada ciencia tiene como base un sistema de principios fijos e inalterables que gobiernan y rigen al universo. El hombre no puede hacer estos principios, sólo los puede descubrir.” Thomas Paine

Daniel Bernoulli (Groninga, 8 de febrero de 1700 - Basilea, 17 de marzo de 1782) fue un matemático, estadístico, físico y médico holandés-suizo. Destacó no sólo en matemática pura, sino también en las llamadas aplicadas. Hizo importantes contribuciones en hidrodinámica y elasticidad. En 1738 publicó su obra '**Hidrodinámica**', en la que expone lo que más tarde sería conocido como el Principio de Bernoulli.

A continuación se presenta una herramienta de caza y entretenimiento, que utiliza el Principio de Bernoulli desde mucho antes que el científico Daniel Bernoulli descubriera el principio, estamos hablando del:

Boomerang

Introducción

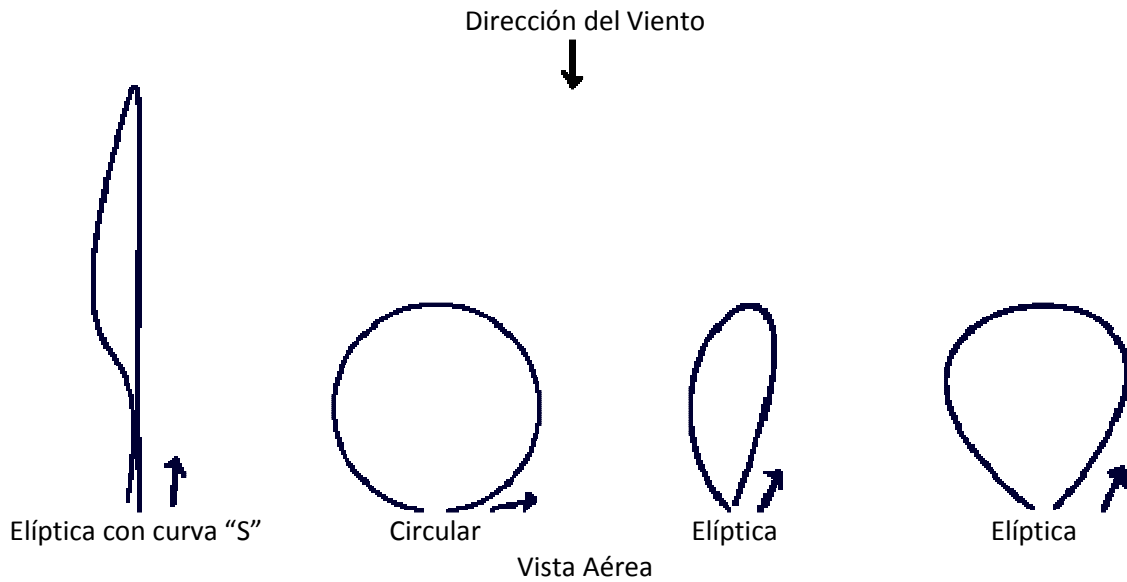
Cuando la mayoría de nosotros piensa en un boomerang, nos imaginamos a alguien lanzando un palo curvado que eventualmente gira y retorna a la mano del lanzador. Este objeto es simplemente increíble y es una maravillosa aplicación de algunas leyes físicas relacionadas al empuje aerodinámico y momentum angular.



Un boomerang que vuelve es una pieza fabricada de una forma en particular, de un material liviano como madera, plástico u otro material. Es en realidad dos alas unidas. Algunos boomerangs modernos tienen tres o más alas.

La mayoría de los boomerangs que vuelven miden en total de 30 a 60 cm, aunque existen más grandes y más pequeños. Cuando se lanza correctamente al aire, vuelve al punto de partida recorriendo un camino similar a uno circular. Los boomerangs que vuelven no se utilizan en la caza, a diferencia de los boomerangs que no vuelven.

Los recorridos de vuelo más comunes de un boomerang que vuelve son:



¿Por qué vuela un boomerang?

El boomerang que vuela básico consiste en dos alas inclinadas una con respecto a la otra y unidas para formar una unidad. Cada ala individualmente, o "superficie sustentadora", tiene la forma de una ala de avión y produce el empuje aerodinámico a medida que se mueve en el aire.



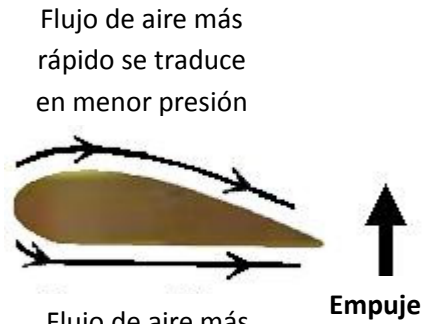
Vista Superior



Vista lateral

Un boomerang son dos alas unidas

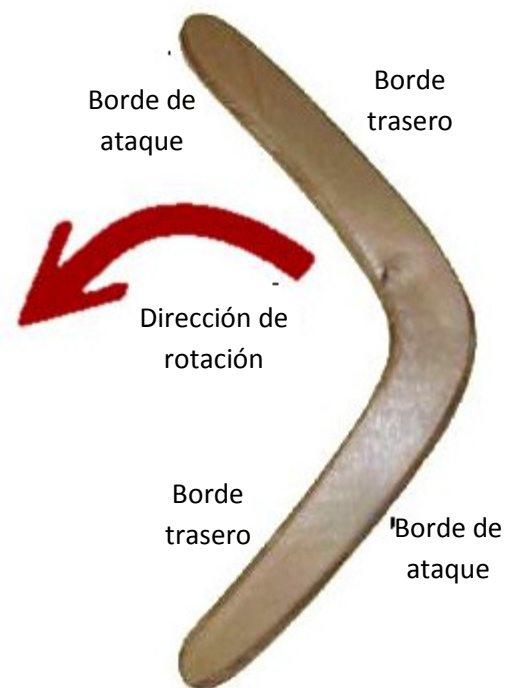
El aire se mueve más rápido sobre la parte superior de un ala de avión que por la parte inferior debido a la forma de la sección del ala. El **Efecto Bernoulli** nos indica que esto da como resultado una presión de aire mayor en la superficie inferior que sobre la superficie curva superior. Es esta diferencia en la presión del aire es la que produce el empuje aerodinámico.



A medida que el boomerang gira en el aire, las inclinaciones opuestas de los segmentos de ala hacen que el empuje sea en la misma dirección (las alas unidas viajan a través de aire en direcciones opuestas).

Esta configuración es como el rotor de un helicóptero. En principio, un boomerang es un rotor que no está unido a nada.

Boomerang (de lanzamiento con mano derecha).



Los bordes de ataque de las dos alas apuntan a la misma dirección de rotación, como las aspas de un rotor de helicóptero.

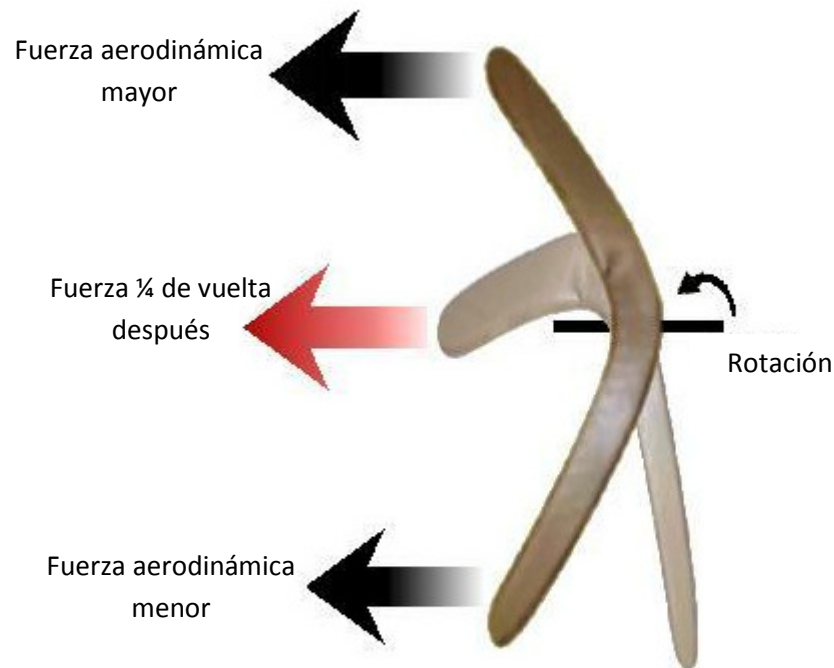
Si nos fijamos en el diagrama anterior, nos damos cuenta que la configuración de las dos alas es tal que los bordes de ataque enfrentan la misma dirección de rotación. Combinando esta información con el principio de empuje, es razonable asumir que el boomerang va volar simplemente en una dirección mientras gire.

Si lo sostienes horizontalmente cuando lo lanzas, como lo harías con un frisbee, el movimiento que viene del empuje es hacia arriba. El boomerang va a volar hacia arriba, similar al despegue de un helicóptero, hasta que para de dar vueltas y la gravedad lo traiga de vuelta a tierra.

Y si lo lanzas con una punta sobre la otra, que es la forma de lanzarlo, podríamos pensar que va a simplemente volar hacia la derecha o hacia la izquierda, pero, ¿por qué esto no ocurre?

¿Por qué vuelve?

A diferencia de un propulsor de avión o helicóptero, el cual comienza a girar cuando la nave se encuentra detenida, cuando lanzas un boomerang no solo gira sobre su eje si no que vuela por los aires. Observa el siguiente diagrama: en algún instante del tiempo vemos que cualquiera de las alas que esté arriba del giro, se mueve además en la misma dirección que el movimiento hacia adelante del lanzamiento. Simultáneamente, el ala que está abajo del giro se mueve en la dirección opuesta. Esto significa que mientras ambas alas se encuentren girando a la misma velocidad, el ala superior se está moviendo en realidad a una velocidad mayor que el ala inferior.



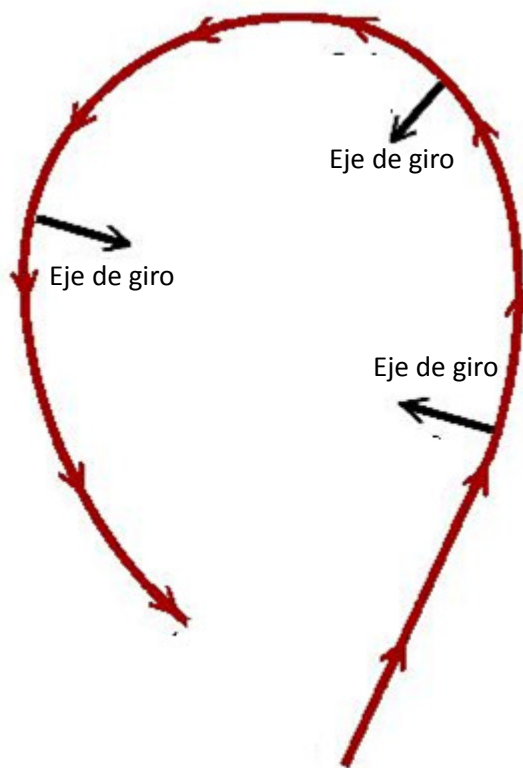
Cuando un ala se mueve a través del aire más rápido, el **efecto Bernoulli** produce un levantamiento dinámico mayor. A diferencia del rotor de un helicóptero, en un boomerang el

empuje actúa principalmente hacia los lados más que hacia arriba. Esta fuerza aerodinámica no balanceada se muestra en el diagrama.

Si el boomerang no estuviera girando, el empuje no balanceado haría que se inclinara. Sin embargo, nos enfrentamos al torque y el momentum angular cuando tenemos un objeto que gira, de la misma forma que lo hace en un trompo o giroscopio.

Dado que el empuje aerodinámico apunta en la misma dirección que el eje de giro, el torque resultante actúa en un ángulo recto al del eje de giro del boomerang. Esto cambia la dirección del eje del boomerang sin cambiar en realidad su velocidad de rotación. Como el torque gira el eje de giro, el recorrido de vuelo del boomerang es sobre este. El desplazamiento del eje de giro a lo largo del recorrido de vuelo de un boomerang de mano derecha se muestra en el siguiente diagrama.

Trayectoria de un Boomerang que vuelve



¿Cómo lanzar un boomerang?

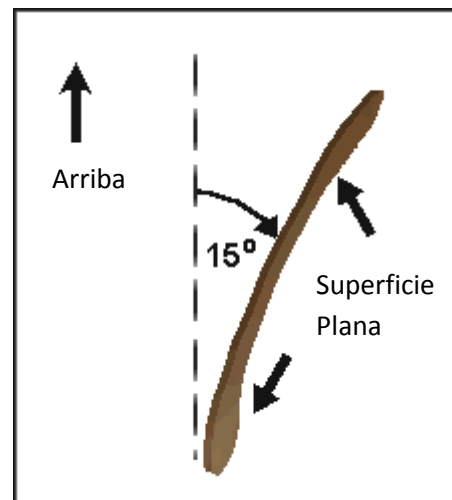
Hemos descrito las diferentes fuerzas que actúan en un boomerang y cómo afectan su recorrido. En el vuelo de un boomerang que vuelve, los factores que se deben tener en cuenta son:

- La fuerza de gravedad
- La fuerza causada por el empuje
- La fuerza de tu lanzamiento
- El torque causado por las velocidades desiguales (superior vs. Inferior) de las alas y
- La fuerza del viento del sector.

Para que el boomerang vuele en un círculo y vuelva al punto de partida debemos balancear las fuerzas de la manera correcta. El desarrollo de una buena técnica de lanzamiento requiere práctica.

Repasemos los pasos básicos de manera que puedas comenzar a perfeccionar tu lanzamiento:

1. Para evitar que el viento desvíe el boomerang de su camino, intenta lanzar el boomerang en unos 45° a 50° hacia un lado de la dirección del viento. En la imagen se muestra un ángulo en el sentido de las agujas del reloj. Ajusta la posición del boomerang dependiendo de cuánto viento haya.
2. Sostén el boomerang con el punto en V, llamado codo, apuntando hacia ti. El lado plano apuntando hacia afuera a la derecha como se muestra en el siguiente diagrama. Tómalo por el extremo del ala inferior, como si fuera una empuñadura¹.
3. Inclina el boomerang aproximadamente 15 a 20 grados hacia la derecha de la vertical. Aumenta este ángulo con vientos más fuertes. Esto va a dirigir la fuerza del rotor hacia arriba, lo suficiente para balancear la fuerza hacia abajo que es la gravedad, permitiendo al boomerang completar su camino antes de caer.



¹ La mayoría de los boomerangs están diseñados para una persona diestra. (Si intentas lanzarlo con la mano izquierda, probablemente no va a retornar). Cuando lo sostienes con la mano derecha en forma correcta, el borde curvo está a la izquierda y el borde de ataque del ala superior apunta en dirección opuesta a ti. Un boomerang para mano derecha va a viajar en un círculo a contrarreloj.

4. Cuando hayas configurado la posición del boomerang para lanzarlo y te hayas ubicado en forma correcta con respecto al viento, lleva el boomerang hacia atrás tuyo y lánzalo hacia adelante como si estuvieras lanzando una pelota de beisbol. Ten cuidado de no lanzarlo “a través de tu cuerpo”. Es muy importante hacer que tu muñeca le dé un buen giro al boomerang. Finalmente no escatimes en fuerza cuando lo lances dado que requiere tiempo de vuelo para completar su retorno.

5. Cuando lanzas un boomerang verticalmente, las fuerzas desiguales en la parte superior del giro hacen que el eje se incline gradualmente hacia abajo. En el tiempo en que regresa, debiera estar girando en forma horizontal como un frisbee. No intentes atraparlo con una mano. Las hojas que giran van lo suficientemente fuerte como para herirte. La forma segura de atrapar un boomerang es haciéndolo con ambas manos.

Siempre ten cuidado cuando lances un boomerang. Cuando lo lances, debes vigilarlo todo el tiempo o te puede golpear cuando vuelva. Si le pierdes la pista, agáchate y cubre tu cabeza en vez de intentar descubrir dónde está. Los boomerangs se mueven rápido con mucha fuerza.

Tu primer intento va a terminar probablemente en el suelo (o en un árbol). Tu segundo y tercer intento probablemente también, por lo tanto no intentes aprender con un modelo caro. Lanzar boomerangs requiere una habilidad difícil, pero practicar conlleva mucha entretención. Ciertamente te ganas una sensación de logro cuando llega por primera vez de vuelta a tus manos.

Información extraída de 4physics.com y wikipedia.