



# ¿CÓMO ES <sup>que</sup> vuelan los AVIONES?

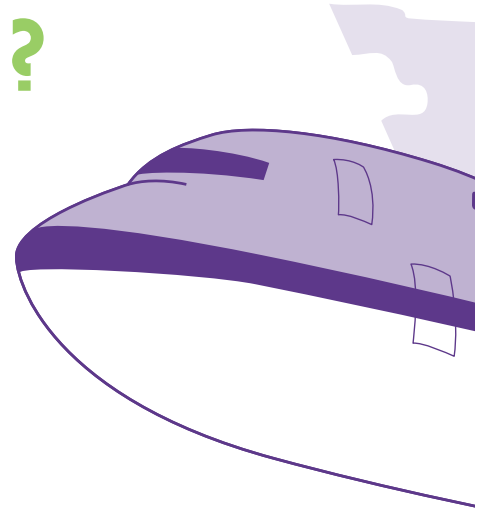
Muchas veces observamos a las aves volar y entendemos que lo hacen por su misma naturaleza, y en algunas ocasiones vemos a los aviones (aves de metal) que hacen lo mismo que las aves: también “vuelan”, pero nos parece imposible que lo hagan debido a que están hechos de metal.

El ser humano ha descubierto los principios físicos para poder suspender (hacer flotar) grandes cantidades de metal en el aire, estudiando el comportamiento de los fluidos en movimiento que nos dan explicación no solamente del vuelo de los aviones o de las aves sino también de muchos equipos tecnológicos utilizados en diferentes áreas de la ciencia.

El comportamiento de los fluidos en movimiento fue estudiado en el siglo XVII por un científico suizo llamado Daniel Bernoulli. El observó que existe una relación entre el movimiento del fluido por donde pasa (velocidad) y la presión. A esta relación se le conoce como Principio de Bernoulli.

Este principio nos dice que un fluido perfecto, o sea sin rozamiento interno, no cambia su densidad en su recorrido y no se cruzan las líneas de flujo (que sea estable). La suma de las energías de velocidad (energía cinética), de presión (energía potencial, debido a su condición) y de altura (energía potencial, debido a su posición) es igual en cualquier punto del fluido (es constante) por donde pasa.

Al hablar de los fluidos en movimiento, que puede ser cualquier gas (por ejemplo el aire) o un líquido (puede ser agua), que además tiene diferentes características (uno es comprensible y el otro incomprensible, respectivamente) pero en ambos se presenta el Principio físico de Bernoulli.



## Necesitas:

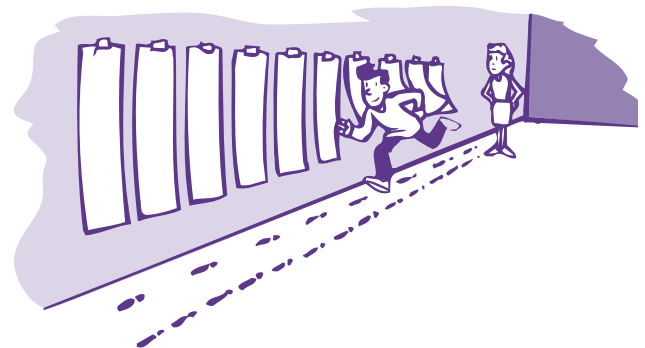
Para el primer experimento:  
10 hojas de papel tamaño carta u oficio  
cinta adhesiva

Para el segundo experimento:  
Una toma de agua (grifo)  
Una manguera

## ¡Manos a la ciencia!

### Primer Experimento

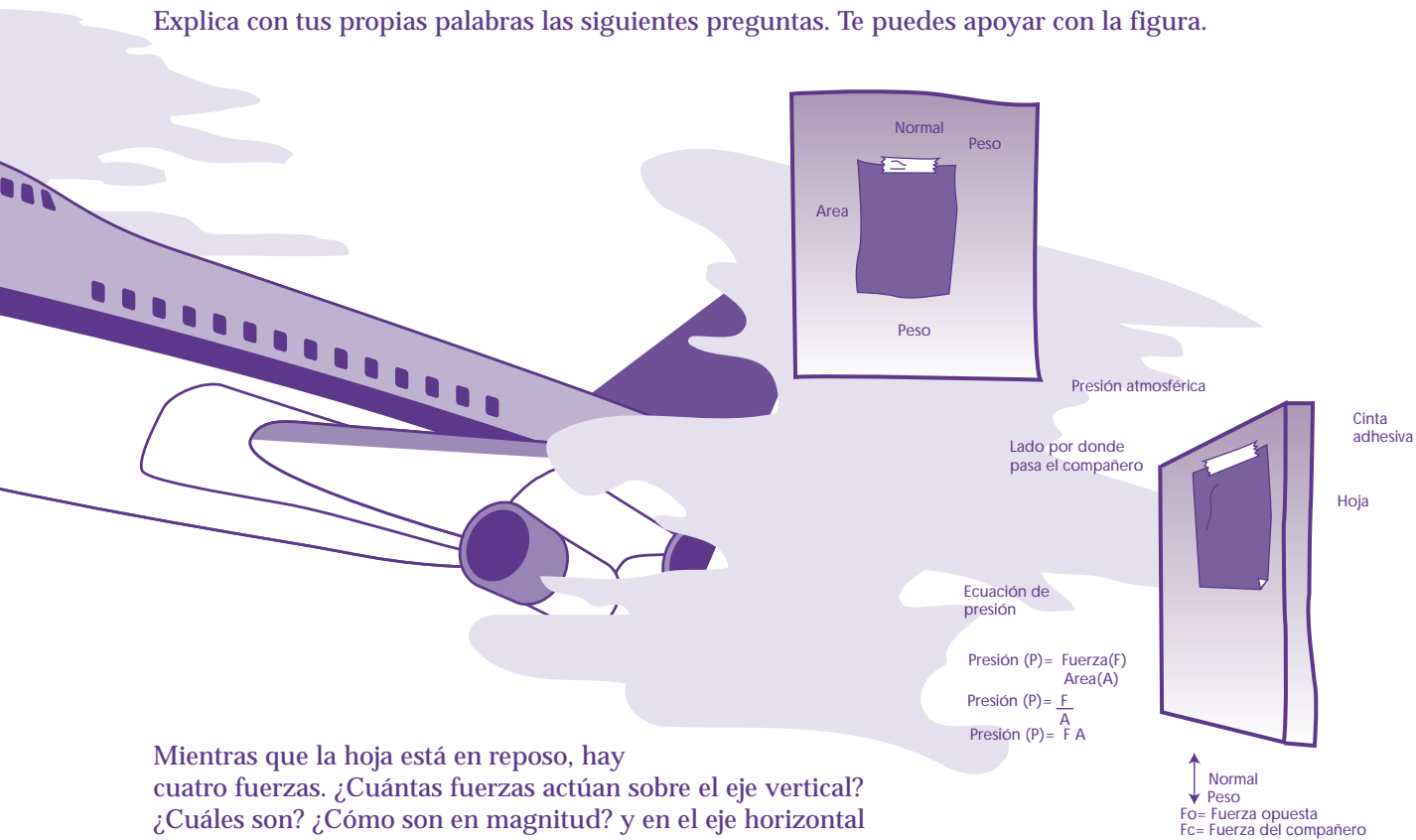
1. Busca un lugar donde no haya corrientes de aire y con espacio suficiente para caminar de prisa.
2. Pega en la pared las 10 hojas, de manera consecutiva, como se muestra en la figura.



3. Pide a otra persona que camine cerca de la pared, donde están las hojas, y luego dile que pase corriendo.

- ¿Qué sucede con las hojas antes de que tu compañero pase caminando?
- ¿Qué sucede con las hojas cuando pasa tu compañero caminando?
- ¿Qué sucede con las hojas cuando pasa tu compañero corriendo?

Explica con tus propias palabras las siguientes preguntas. Te puedes apoyar con la figura.



Mientras que la hoja está en reposo, hay cuatro fuerzas. ¿Cuántas fuerzas actúan sobre el eje vertical? ¿Cuáles son? ¿Cómo son en magnitud? y en el eje horizontal ¿cuántas fuerzas actúan?

¿Qué pasa cuando se camina cerca de las hojas? ¿Se mueven con la misma intensidad cuando se pasa corriendo y caminando? ¿Cuándo se mueven más las hojas, cuando se camina o cuando se corre? Observa en el dibujo anterior, específicamente en el eje horizontal.

Cuando la hoja está en reposo ¿cómo serán estas dos fuerzas en magnitud, diferentes o iguales? y cuando se mueve ¿cuál fuerza disminuye, la del lado opuesto o por donde pasa tu compañero? ¿Cambiará la fuerza del lado opuesto cuando está en reposo la hoja, cuando se camina o cuando se corre? ¿Mueves el aire de ese lado?, entonces ¿cómo se mantiene la presión atmosférica, igual o diferente?

Entonces, ¿es la presión atmosférica la que produce las diferentes fuerzas para que se muevan las hojas? ¿Cuál presión es la que disminuye, la del lado opuesto o por donde pasa tu compañero?

y ¿Cómo es la velocidad del aire, aumenta o disminuye? ¿Qué relación hay en la presión y la velocidad del aire cuando camina o corre tu compañero? ¿Que tiende a disminuir la presión y aumentar la velocidad del aire.

Aumenta la presión y disminuye la velocidad del aire.

Aumenta la presión y aumenta la velocidad del aire.

Disminuye la presión y disminuye la velocidad del aire.

## Segundo Experimento

1. Coloca la manguera en la toma de agua.
2. Abre la llave y tapa la manguera con el dedo.
3. Desde un mismo lugar, e iguales condiciones, destapa la manguera y nuevamente tápala con el dedo.
4. Haz lo mismo, pero ahora tapa 9/10 partes (aproximadamente) de la sección transversal de la manguera.

Observa y responde ¿qué sucede con el agua cuando destapas la manguera?, ¿qué sucede con el agua cuando tapas la manguera a 9/10 partes?

Explica con tus propias palabras las siguientes preguntas:

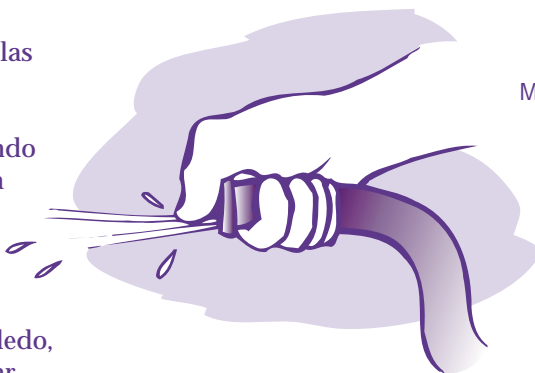
¿Aplicas fuerza con tu dedo cuando tapas la manguera? ¿Qué empuja a tu dedo, la manguera o el agua?, ¿se genera presión dentro de la manguera? La presión del agua al actuar sobre tu dedo, ¿genera fuerza al tratar de separar tu dedo de la manguera?

La fuerza se genera debido al producto de la presión interna de la manguera y el área de tu dedo, el cual tapa la manguera. Al quitar tu dedo ¿qué fue lo que puso en movimiento al agua, el área o la presión? ¿La presión que existe dentro de la manguera es igual, menor o mayor que la presión atmosférica? Entonces, para que haya movimiento de un fluido, ¿debe haber diferencia de presiones?

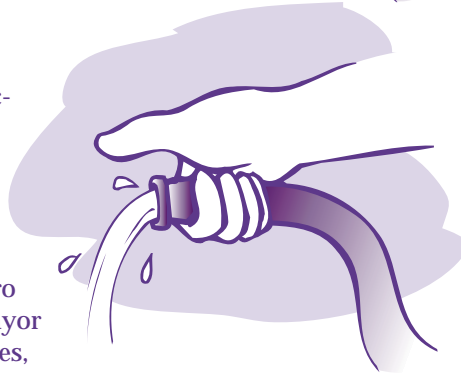
Ahora, ¿qué pasa cuando se tapa a 9/10 partes de manguera?, ¿qué sientes en tu dedo?, ¿también te empuja el agua?, ¿indica también que se genera presión en el interior de la manguera? Pero no de igual magnitud, que cuando está cerrada y no tan pequeña que cuando está completamente abierta. Ahora, ¿qué pasa con la velocidad del agua al salir, se incrementa o se disminuye? ¿Cómo crees que se mueve el agua dentro de la manguera en comparación con la salida, rápido o lento? ¿Qué presión tiene la salida del agua de la manguera?, ¿qué presión será mayor, la que se encuentra dentro de la manguera o la de afuera? Entonces, ¿qué relación existe entre la presión y la velocidad, dentro y fuera de la manguera?



Manguera tapada

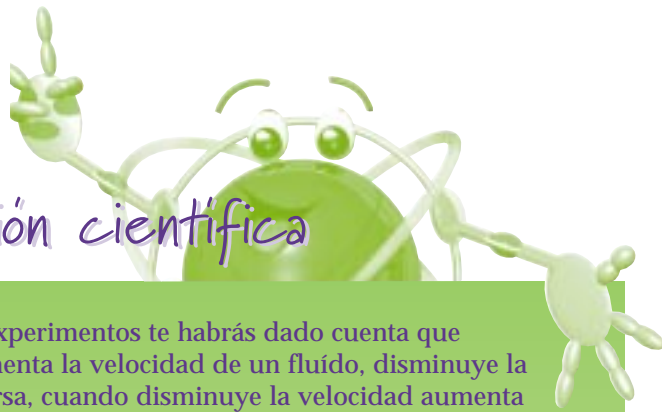


Manguera tapada al 9/10 partes



Manguera destapada

# Explicación científica



Mediante estos experimentos te habrás dado cuenta que cuando se incrementa la velocidad de un fluido, disminuye la presión y, viceversa, cuando disminuye la velocidad aumenta la presión para mantener igual la suma de la energía en cualquier punto de un fluido.

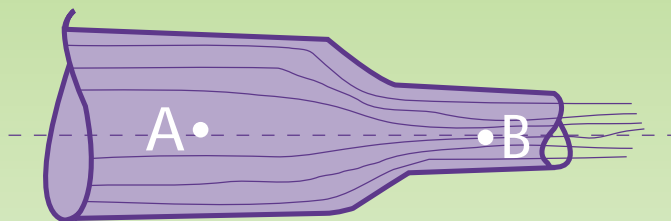
La energía total del fluido está compuesta por:

Energía total = energía potencial de condición + energía cinética + energía potencial debido a su presión.

Es decir:

Energía total = energía de presión + energía velocidad + energía de altura.

Para que te quede más claro el principio de Bernoulli imagina que un fluido ideal pasa a través de una tubería horizontal y es reducido a su diámetro como se muestra en la figura siguiente:



**A)**  
Presión: incrementa  
Velocidad: disminuye  
Altura: no hay

**B)**  
Presión: disminuye  
Velocidad: incrementa  
Altura: no hay

Si seleccionas dos puntos (A y B), uno en el diámetro más grande y el otro en el diámetro más pequeño, respectivamente, la energía en ambos puntos es igual.

Ahora, si se analiza cada una de las energías en el punto A, la energía de presión se incrementa; la energía de velocidad disminuye y no se tiene energía de altura, debido a que la tubería se encuentra de manera horizontal. Se suman las energías se obtiene la suma total de energías de ese punto, que debe ser igual a la suma de energía del punto B.

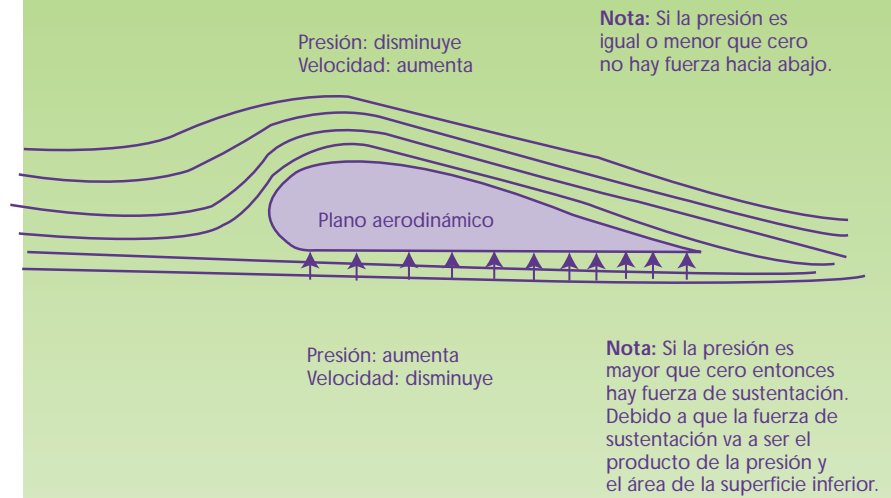
Entonces, al tener en el punto B una reducción en el diámetro de la tubería, la energía de velocidad se incrementa, pero la energía

de presión disminuye y no hay energía de altura por la misma razón anterior. Esto sucede por mantener igual la suma de las energías en el punto B.

Ahora, si estuviera inclinada la tubería, en un punto se considera la energía de altura, aunque esto no es necesario para hacer volar a un avión.

Los motores de los aviones solamente sirven para que se genere una diferencia de presiones en las alas que permite que el avión flote en el aire; a eso se le llama fuerza de sustentación.

Analiza las alas de los aviones (plano aerodinámico) con la siguiente figura:



Los planos aerodinámicos se caracterizan por un borde de salida afilado, parecido a las alas de las aves y aviones con una curvatura en la superficie superior mayor que la inferior.

Esta forma ocasiona que cuando se corta el aire se genere una mayor velocidad del flujo a lo largo de la superficie superior que por la inferior.

Al amontonarse las líneas de corriente sobre el plano aerodinámico nos muestra que la velocidad del aire allí es mayor (igual al experimento número 1, cuando tu compañero pasa caminando o corriendo) que la velocidad de la corriente libre debajo del plano aerodinámico.

Por consiguiente, en la parte superior del ala la presión es menor que la presión de corriente libre, por el incremento de velocidad. La diferencia de presiones entre la superficie inferior y superior da lugar a un empuje hacia arriba, la que provoca que flote.