

**DEMO 164**

**Experiencias de presión con pajitas, vasos y botellas**

<b>Autora de la ficha</b>	Chantal Ferrer Roca
<b>Palabras clave</b>	Presión, experiencias con pajitas
<b>Objetivo</b>	Comprender a través de diferentes fenómenos con material cotidiano que nosotros y todo lo que nos rodea está sujeto a la presión de la atmósfera
<b>Material</b>	Botellas de diferentes tamaños, pajitas, vaso, cartulina.
<b>Tiempo de Montaje</b>	2 minutos por experiencia

**Descripción**



**1. Succionar con una pajita y con una pajita agujereada:**

Introducimos la pajita en un vaso con agua o zumo y succionamos para beber: el agua sube por la pajita hasta nuestra boca. Ahora agujereamos la pajita en un lado, en la parte superior. Succionamos de nuevo, pero el agua no sube por la pajita y no podemos beber. ¿qué sucede?

**2. Succionar con pajita de un vaso tapado o de una botella hermética**

Agujerea el tapón de una botella para que pase la pajita y cierra la botella. También puedes usar un vaso con tapa que tenga orificio para la pajita. En ambos casos cierra herméticamente la fisura entre la pajita y el orificio por el que pasa; con plastilina, por ejemplo. Ahora succiona como antes. Compruebas que no te llega el líquido a la boca, el agua solo sube una pequeña altura. Es posible que, succionando con más fuerza lo consigas. Al abrir la boca y separarla del extremo superior la pajita oírás un ruido seco y fuerte, como una pequeña explosión ¿Por qué?



**3. Vaso con cartulina rígida, invertido**

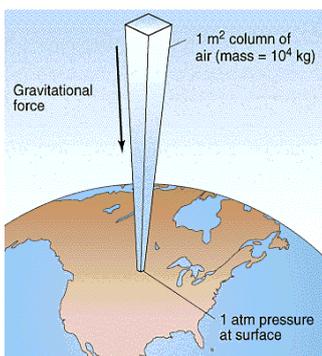
Llena un vaso con agua hasta el borde, apoya encima una cartulina que lo cubra e invierte el vaso sujetando la cartulina. Ahora dejas de sujetarla y compruebas que pese a estar boca abajo, no cae y el agua tampoco. Hay que tener cuidado e intentar que la cartulina esté bien adherida al borde del vaso. ¿Qué sucede?

**4. Botella invertida**

Llena un bol de agua y también una botella. Tapa la embocadura de la botella con la mano y la inviertes completamente. a) Compruebas que el agua no sale de la botella. b) Ahora haces lo mismo y a un cierto punto quitas la mano de la embocadura (hazlo en el fregadero): como es de esperar, el agua cae y la botella se vacía. c) Ahora, sin quitar la mano, introduces la embocadura en el agua del bol. Compruebas que el agua no descende, se mantiene dentro de la botella pese a estar invertida (como sucede cuando tu mano tapa la botella). Puedes hacerlo con botellas de diferentes tamaños y el resultado siempre es el mismo: el agua se mantiene en la botella.



**Explicación**



Aunque no lo notemos, vivimos en el fondo de un océano de aire que ejerce su fuerza sobre nuestro cuerpo y todo lo que nos rodea. La presión de esa masa de aire (fuerza gravitatoria  $mg$  por unidad de superficie) es:  $P = \frac{F}{S} = \frac{Mg}{S} = \frac{(\rho \cdot V)g}{S} = \rho g h$

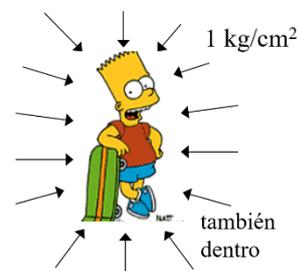
Depende de la densidad del aire  $\rho = 1 \frac{kg}{m^3}$  y de la altura de esa capa de aire  $h = 10 \text{ km}$ . Tomando  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  encontramos que

$$P = \rho g h = 1 \cdot 10 \cdot 10^4 = 100\,000 \text{ Pascales} \quad \text{donde } 1 \text{ pascal} = 1 \text{ Newton/m}^2.$$

Nos haremos una idea mejor si lo expresamos en  $kg/cm^2$

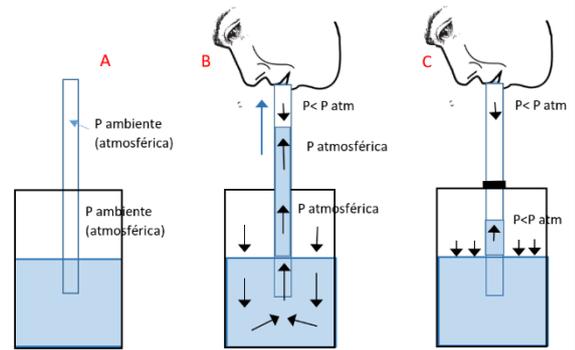
$$P = 100\,000 \text{ Pa} = 10\,000 \frac{kg}{m^2} = 1 \frac{kg}{cm^2}$$

Es decir, que sobre cada  $cm^2$  de superficie de nuestro cuerpo (por ejemplo, la uña del pulgar) o de cualquier objeto, actúa una fuerza equivalente a la del peso de  $1 \text{ kg}$ .



Volvamos ahora sobre las experiencias anteriores

**1. Succionar con una pajita y con una pajita agujereada:** Succionar la pajita significa extraer el aire de su extremo superior, reduciendo la presión de su interior por debajo de la presión atmosférica. Cuanto más aire extraemos, más sube la columna de agua empujada por la presión exterior (B). Si agujereamos la pajita, al succionar entra aire a presión atmosférica. Por lo que no hay diferencia de presión y la columna de agua no sube.



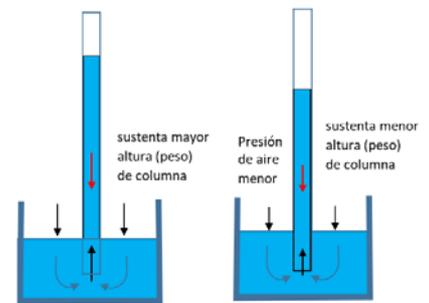
**2. Succionar con pajita de un vaso tapado o de una botella hermética:** al tapar completamente el vaso o la botella, queda dentro una cantidad pequeña de aire que ejerce una presión reducida (C). Se requiere una gran succión para conseguir que la presión en el extremo superior de la pajita sea menor que la que hay dentro del vaso. Si lo conseguimos, y el agua sube, reducimos aún más la presión del aire dentro del vaso, ya que no puede entrar aire de fuera. Por eso, al dejar libre y abierta la pajita, el aire entra de golpe, produciendo un gran ruido.

**3. Vaso con cartulina invertido**

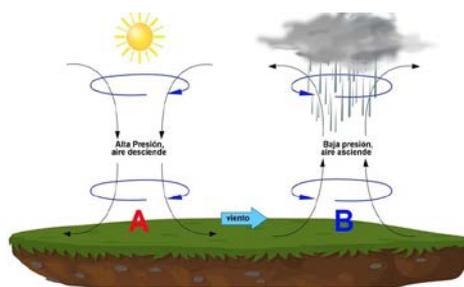
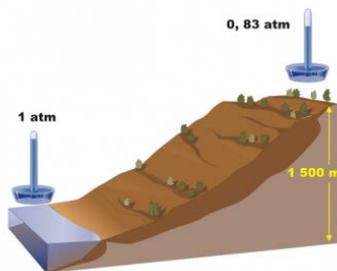
También en este caso, la presión atmosférica sostiene la cartulina y el agua que hay dentro del vaso. La presión del agua sobre la cartulina es menor que la presión (atmosférica) que ejerce el aire exterior. Si el aire entra en el vaso, ya no se produce el equilibrio (hay que tener cuidado de que no suceda). Ver comentario al final.

**4. Botella invertida (o el barómetro)**

Como con la pajita, la columna de agua invertida se sustenta porque la presión atmosférica empuja la columna de agua y la mantiene. El agua tiene una densidad que es mil veces mayor que la del aire. Por lo que la presión debida a 10 km de aire podrá sustentar 10 m de agua (a igualdad de área de las columnas de aire y agua). Esta es la altura máxima que puede tener una columna de agua elevada por succión (Lo mismo con la succión con una jeringuilla a émbolo o con la boca: el agua llega a la boca siempre que la altura de la columna de agua dentro de la pajita no supere los 10 m, ya que la presión atmosférica no es suficiente para mantener la columna de aire).



El **barómetro de Torricelli** se basa en esta experiencia, solo que utiliza mercurio, que es aproximadamente 13,5 veces más denso que el agua, por lo que la altura máxima de la columna es 13,5 veces menor que la del agua, exactamente 0,76 m=760 mm a presión estándar. Si se lleva a lo alto de una montaña donde la presión del aire es menor, la altura de la columna disminuye, y se puede usar como altímetro. Por otro lado, si aumenta (o disminuye) la presión atmosférica debido a cambios meteorológicos, también se observará mayor (menor) altura de la columna.



**APLICACIONES:** La bomba hidráulica de succión a émbolo se utiliza desde al menos el s. III a.C. (por ejemplo, bomba de Ctesibio de las minas de Sotiel Coronada, Museo Arqueológico Nacional). Como hemos visto, una sola de estas bombas no pueden elevar agua más de 10 m de altura, por lo que deben utilizarse varias en serie si la altura es mayor.

Los dispensadores de jabón o hidroalcohol que usamos cotidianamente, son pequeñas bombas hidráulicas.

**Comentarios**

En la experiencia 2, el agua y la cartulina se mantienen también cuando el vaso invertido contiene también aire. Es posible solo si la presión del agua más la del aire interior es menor que la presión exterior.

<https://www.concepts-of-physics.com/pw/html/a/ba/sba.html>

Agradezco a Rafael García Molina (U. de Murcia) la sugerencia de este artículo:  
Hans Weltin "A paradox", Am J. Physics, 29, 10 (1961)

**Sugerencias**

Ver las demos 04, 65, 66 y 100 ([http://fisicademos.blogs.uv.es/?page\\_id=96](http://fisicademos.blogs.uv.es/?page_id=96) )